
www.radio.ru
5•2004
РАДИО
АУДИО•ВИДЕО•СВЯЗЬ•ЭЛЕКТРОНИКА•КОМПЬЮТЕРЫ
Останкинская телебашня — вчера, сегодня, завтра...
• Минимизация гармонических искажений в ламповом усилителе
• Входной модуль микшерного пульта
• Интеллектуальное зарядное устройство
• Экономичный таймер
• Синтезатор частоты КВ трансивера
...и еще 17 конструкций
ISSN 0033-765X
5
2004

Ю. БЕРБИКОВ,
заместитель генерального директора ФГУП "РТРС", директор филиала "МРЦ"

ОСТАНКИНСКАЯ ТЕЛЕВИЗИОННАЯ БАШНЯ — ВЧЕРА, СЕГОДНЯ, ЗАВТРА

Среди многообразия радиотелевизионных башен особое место занимает Останкинская, построенная в Москве в 1967 году. Ее высота — 540 метров. Это самая высокая телевизионная башня в Евразии и вторая по высоте в мире. Она уступает лишь башне в Торонто (ее высота 553 метра), которая построена по аналогичному проекту в 1978 году. На протяжении 36 лет Останкинская телебашня служит символом телерадиовещания России. Она крупнейшее многопрофильное предприятие связи и одна из основных достопримечательностей столицы.

По своей общественной значимости, по функционально-технической мощности и оснащенности радиотелевизионным оборудованием, а также использованию площадей и внутренних объемов и другим показателям Останкинская телебашня не имеет себе равных в мире.

Это уникальное сооружение имеет десятки кольцевых площадок и балконов. Общий полезный объем помещений, расположенных внутри нижнего конического основания, железобетонного ствола и высотных обстроек, используемых для размещения оборудования и других служебных целей, превышает 70 000 кубических метров, а полезная площадь всех помещений — более 15 тысяч квадратных метров.

(Окончание см. на с. 10)





Ввод в эксплуатацию нового ТВ передатчика со стереозвуком для 1-го канала. Ленточку перерезает директор "МРЦ" Ю. Бербиков.



Антенное хозяйство непрерывно совершенствуется. Это новые антенны для радиовещания в FM диапазоне.



Вот так выглядит сегодня отремонтированная смотровая площадка, с которой открывается прекрасный вид города.



Радиорелейная аппаратура, размещенная на башне, обеспечивает связь на большие расстояния.



В антенной части башни на фидерах установлены датчики температуры для ее дистанционного контроля.

В НОМЕРЕ:

На нашей обложке. Останкинская телебашня, вид снизу и сверху (читайте на с. 2 обложки).

ЧИТАЙТЕ В СЛЕДУЮЩЕМ НОМЕРЕ:

НОВЫЕ ВОЗМОЖНОСТИ СТАРОГО ТЕЛЕВИЗОРА
МАЛОГАБАРИТНЫЙ ДВУХЛУЧЕВОЙ ОСЦИЛЛОГРАФ-МУЛЬТИМЕТР
ЭЛЕКТРОДИНАМИЧЕСКИЕ ГОЛОВКИ И ЗВУКОВЫЕ КОЛОНКИ
АВТОМАТ ПОЛИВАЕТ ОГОРОД
ТЕЛЕГРАФНЫЙ КОНТРОЛЛЕР

Тираж журнала «Радио» № 4 сдан в ОАО «Роспечать» для рассылки подписчикам 02.04.2004 г.



"Radio" is monthly publication on audio, video, computers, home electronics and telecommunication

УЧРЕДИТЕЛЬ И ИЗДАТЕЛЬ: РЕДАКЦИЯ ЖУРНАЛА «РАДИО»

Зарегистрирован Комитетом РФ по печати 21 марта 1995 г.
Регистрационный № 01331

Адрес редакции:
107045, Москва, Селиверстов пер., 10
Тел.: (095) 207-31-18. Факс: (095) 208-77-13
E-mail: **ref@radio.ru**

Группа работы с письмами — (095) 207-08-48
Отдел рекламы — (095) 208-99-45, e-mail: **advert@radio.ru**
Распространение — (095) 208-81-79; e-mail: **sale@radio.ru**
Подписка и продажа — (095) 207-77-28
Бухгалтерия — (095) 207-87-39

Наши платежные реквизиты:
получатель — ЗАО "Журнал "Радио", ИНН 7708023424,
р/сч. 40702810438090103159 в Мещанском ОСБ № 7811, г. Москва
Банк получателя — Сбербанк России, г. Москва
корр. счет 30101810400000000225 БИК 044525225

Подписано к печати 19.04.2004 г. Формат 84×108/16. Печать офсетная.
Объем 10 физ. печ. л., 5 бум. л., 13,5 уч.-изд. л.

В розницу — цена договорная
Подписной индекс:
по каталогу «Роспечати» — 70772;
по каталогу Управления федеральной почтовой связи — 89032.

Отпечатано в ИД «Медиа-Пресса», 125993, ГСП-3, Москва, А-40, ул. «Правды», 24. Зак. 41146.

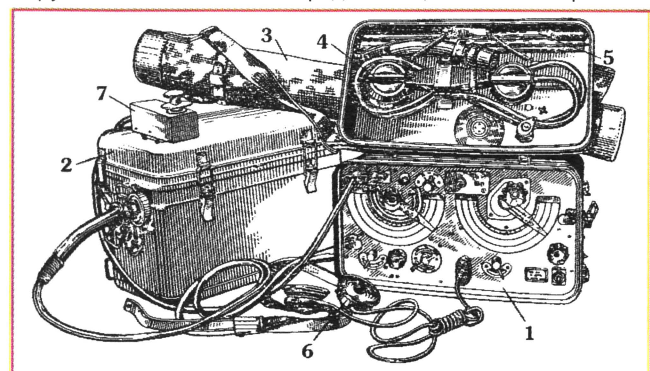
9 МАЯ
День Победы

Пятьдесят девять лет назад отгрохотали последние залпы Великой Отечественной войны — войны, унесшей жизни десятков миллионов людей. Память о тех, кто защищал Родину, жива в сердцах людей, и трудно найти такой уголок в стране, где не было бы мемориального парка, музея, монумента или памятника. Особое место в ряду мемориалов занимает Мемориальный комплекс "Парк Победы" в Москве.

На его территории расположены экспозиция боевой техники и инженерных укреплений времен войны и Центральный музей Великой Отечественной войны. В этом музее на стенах выбиты имена всех Героев Советского Союза, кавалеров Ордена Славы, а его компьютерная система хранит информацию о погибших или пропавших без вести в этой войне. Экспозиция музея рассказывает о подвигах солдат и офицеров, о самоотверженной работе тружеников тыла. В ней представлены образцы оружия и военной техники того времени. Всего в музее более 75000 экспонатов. Это надо увидеть хотя бы один раз в жизни.

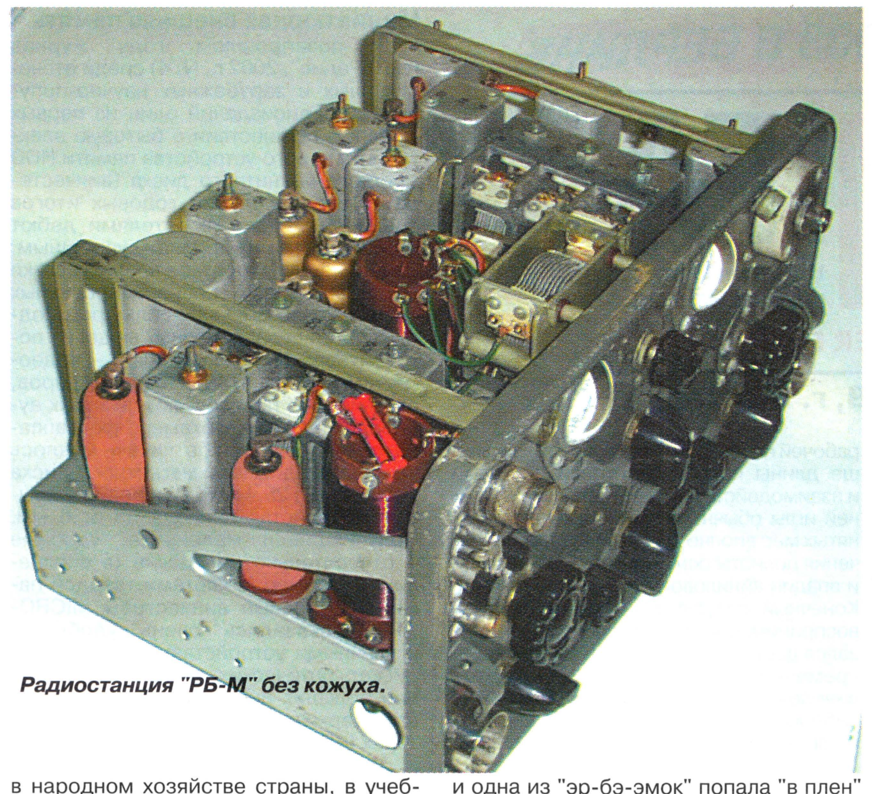
Когда речь заходит о технике связи Великой Отечественной войны, то без сомнения с самой полной ее экспозицией можно познакомиться лишь в санкт-петербургском Военно-историческом музее артиллерии, инженерных войск и войск связи.

У многих из нас слова "связь" и "война" ассоциируются обычно с легендарной радиостанцией "Север". Об этой радиостанции и об истории ее создания написано немало и вполне заслуженно. Но она была предназначена в основном для использования в тылу врага, а вот настоящими незаметными "тружениками войны" были радиостанции пехоты. Первой из них стала радиостанция 3-Р, разработка которой началась в середине 30-х годов. В 1938 году она под названием "РБ" ("радиостанция батальонная") поступила на вооружение Красной Армии. Конструкция радиостанции, ее технические характеристики оказались неплохими, и перед самой войной была начата работа по ее дальнейшему совершенствованию. Так появились два варианта радиостанции "РБ-М" — образца 1942 года и образца 1943 года. В те времена они имели одинаковое название и отличались только выходными каскадами передатчика (одноваттный и пятиваттный). Естественно, возросла и дальность уверенной связи. Она возросла с 60 до 100 км (при использовании в качестве антенны вертикального луча длиной 7 м и противовеса). При работе "на ходу" с антенной длиной 1,8 м и "звездочкой" на ее конце дальность связи была около 10 км.



Общий вид радиостанции "РБ" (1 — приемопередатчик, 2 — упаковка питания, 3 — такелажная упаковка с антенным устройством, 4 — микротелефонная трубка, 5 — складная штыревая антенна, 6 — головные телефоны, 7 — телеграфный ключ).

Эти модификации радиостанции еще долго "жили" и после войны, широко использовались в низовой радиосвязи


Радиостанция "РБ-М" без кожуха.

в народном хозяйстве страны, в учебных организациях ДОСААФ, в радиоспорте. Им довелось поучаствовать и в корейской войне. Война есть война, и одна из "эр-бэ-эмок" попала "в плен" к американцам. В экспозиции Военно-исторического музея артиллерии, инженерных войск и войск связи есть любопытный документ — разведдонесение команды разведки связи американской армии. Вот выдержки из этого документа.

"Предварительное разведывательное донесение.
175-я команда разведки связи
20 октября 1952 года

Краткое содержание. Предварительное разведывательное донесение о захваченной полевой радиостанции типа РБМ-1.

Комплект этой полевой радиостанции типа РБМ-1 был захвачен неизвестным пехотным подразделением южно-корейских войск приблизительно 1 октября в окрестностях Seisnu.

...

Штыревая антенна ввинчивается в гнездо панели и состоит из 6 колен размером в 1 фут каждое, на конце верхнего колена укрепляется звездочка (длина луча звездочки 9,5 дюймов).

В момент захвата радиостанция работала на командном пункте, по-видимому, ею можно пользоваться в движении.

При захвате этих радиостанций в достаточном количестве их можно использовать в войсках США совместно с радиостанциями типа SCR-694 и SCR-536.

ОНИ ПРОЧНЫ И ПРОСТЫ ПО КОНСТРУКЦИИ ПО СРАВНЕНИЮ С РАДИОСТАНЦИЯМИ США.

Прилагаемые фотографии подробно отображают серийные номера, номенклатуру и т. п. Рекомендуется отправить авиацией США в ближайшее время для дальнейшего изучения и анализа."

Комментарии, как говорится, излишни.

Фото радиостанции "РБ-М" предоставил В. Брусникин

Добрая слава

Так называлась статья, опубликованая в сентябрьском номере журнала "Радио" за 1979 год. В ней рассказывалось о энтузиастах радиотехники и радиоспорта школы № 13 города Дзержинска. Одним из них был Василий Иванович Домнин (U3TV). Он долгое время работал начальником коллективной радиостанции Дзержинского городского радиоклуба UA3KOE, развивал радиолюбительство в своем регионе. Именно по инициативе В. Домнина в 1979 году в городе Дзержинске была организована первая в стране ДЮСТШ по радиоспорту, директором которой стала его дочь Ольга.

Василий Иванович — Мастер спорта СССР, Почетный радист СССР, Судья Всесоюзной категории по радиоспорту. Вот уже более полувека его позывной U3TV постоянно звучит в радиолюбительском эфире, а азбуку Морзе он выучил в 10 лет!

В декабре 1944 года 17-летним парнем был призван в армию. Попал в 62-й отдельный учебный радиополк, а после месяца учебы его оставили служить в полку, распределив в приемный центр.

После окончания Великой Отечественной войны Василий Иванович служил в Западной Белоруссии, а затем некоторое время — в Калуге. Здесь он впервые вышел в радиолюбительский эфир на коллективной радиостанции UA3KWA.

Демобилизовавшись из армии, Василий Иванович вернулся на родину, в город Дзержинск, и начал активно заниматься радиолюбительством. Свою первую любительскую радиосвязь после армии он провел на областной коллективной радиостанции UA3KTB в присутствии первого российского коротковолновика Федора Лбова (R1FL), высоко оценившего четкую работу радиста-профессионала.



Индивидуальный позывной UA3TV (который позже сменил на "ветеранский" — U3TV) он получил в 1952 году. Долгие годы в организованной с его "подачи" ДЮСТШ Василий Иванович был старшим тренером по радиоспорту. Эта школа объединяла 11 школьных коллективных радиостанций г. Дзержинска и культивировала радиосвязь на КВ и УКВ, скоростные прием и передачу радиограмм, многоборье радистов и "охоту на лис". Он вырастил 25 мастеров и 75 кандидатов в мастера спорта.

Сейчас Василий Иванович, как и раньше, активно работает в эфире и занимается восстановлением коллективных радиостанций в городе. Много времени он уделяет подготовке и проведению мемориалов "Победа", где выступает в роли заместителя председателя оргкомитета радиоэкспедиции. Он не утерял былой бодрости и желания нести пользу людям. Выходит в эфир он не только из дома, но и из загородного QTH в Вязниковском районе Владимирской области. Там же у него часто собираются молодые радиолюбители из близлежащих городов, которым он передает свои знания и дает "путевку" в эфир. Надеемся, что он еще многое сделает для радиолюбительства. ■



ВЫСТАВКА IFA-2003 В БЕРЛИНЕ



В. МЕРКУЛОВ, г. Москва

По волнам виниловой памяти

После того как появились в продаже первые цифровые компакт-диски (CD), прошло немногим более 20 лет. За это время населением было куплено CD больше, чем старых добрых грампластинок с механическим способом записи за более чем столетнюю их историю. Многие молодые люди в возрасте 20—30 лет, возможно, даже никогда не видели таких дисков, однако, несмотря на необычайную популярность нового формата, любители аналоговых записей еще сохранились. Для них отдельные некрупные фирмы выпускают в небольших количествах пассиковые и прямоприводные проигрыватели для качественного воспроизведения. Однако и сейчас (как и раньше) слабым местом таких проигрывателей так и остались их непременные атрибуты — иглы, головки, тонармы.

Американский инженер Р. Стоддарт (R. Stoddart) счел патриархальным культивируемый более ста лет способ съема информации с носителя и решил исправить положение. Им разработан проигрыватель виниловых дисков с аналоговой (без цифровой обработки) лазерной считывающей системой. В предложенном им устройстве лазерные лучи оптикоэлектронной головки по отдельности безынерционно и без механического контакта скользят (считывают информацию) по обеим сторонам звуковой дорожки. Вспомогательные лазерные излучатели поддерживают следование лучей по заданным виткам спиралей и предотвращают переключения на соседние канавки при вибрациях грампластинки по горизонтали и вертикали. Площади соприкосновения считывающих световых пятен с бегущей рабочей поверхностью во много раз меньше длины наклонной стенки бороздки и взаимодействующих с ней боковых граней иглы обычного проигрывателя. Принятых мер вполне достаточно для обеспечения полноты осмотра всех выпуклостей и впадин винилового устройства памяти. Конечный результат — качество звука, воспринимаемого органом слуха, — оказался достаточно близким к звучанию современного компакт-диска. Выпускать виниловые плейеры (**рис. 9**) намерена небольшая японская фирма. По внешнему виду — выдвигаемому лотку и устройству транспортного механизма — аппарат напоминает проигрыватель лазерных видеодисков (LD) с диаметром около 30 см. Эксплуатация такого аппарата предельна проста. Как и у своих аналогов — проигрывателей дисков LD, DVD и CD, устройство проигрывания виниловых грампластинок тоже имеет пульт дистанционного управления. Выпускаемая модель будет способна работать с грампластинками всех нормализованных форматов — 33, 45, 78 об/мин. И конечно, предусмотрена возможность снижения шумов и тресков при проигрывании "затертых" и поцарапанных грампластинок, которым уже минуло немало лет.



Рис. 9

Технические характеристики: амплитудно-частотная характеристика — 20...20000 Гц при неравномерности 3 дБ (по нормам стандарта DIN 45543) и 10...25000 Гц при большей неравномерности; нелинейные искажения — не более 0,5 %; ослабление между каналами — не менее 25 дБ; соотношение сигнал/шум — не менее 55 дБ; напряжение питания переменного тока — 110...240 В, 50/60 Гц; габаритные размеры — 470×480×170 мм; масса — 19 кг; привод пассиковый, управляемый микропроцессором.

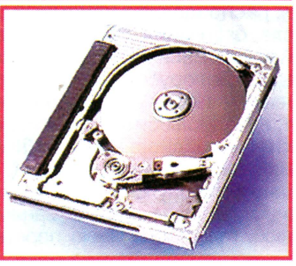
Окончание. Начало см. в "Радио", 2004, № 4

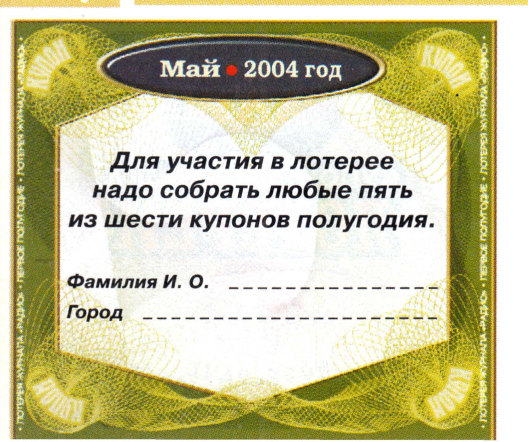
Миниатюрная внешняя память

В позапрошлом году журнал (см. "Радио", 2002 г., № 4) среди отечественных и зарубежных научно-популярных радиоизданий один из первых заявил о пришествии в бытовую электронику нового устройства памяти HDD жесткого магнитного диска (винчестера). При подведении годовых итогов специалистами и любителями дебют инновации был признан успешным. За прошедшее короткое время десятки больших и малых специализированных фирм на базе HDD наладили производство сотен разнообразных моделей потребительской электроники — видеомагнитофонов, DVD/CD-рекордеров, спутниковых тюнеров, портативных аудиоплейеров, видеокамер, фотоаппаратов и др. Разработчикам удалось уменьшить диаметр магнитного диска носителя до 25,4 мм (1") и понизить высоту устройства привода до 5...6 мм. Получившиеся маленькие, удобные и относительно недорогие (в сравнении, например, с картами твердой памяти) выносные винчестеры MICRODRIVE оказались очень удобными и удачными устройствами для замены дискет, оптических дисков при хранении больших информационных массивов в карманных персональных компьютерах (КПК), фотоаппаратуре, вычислительной технике. Показанный на **рис. 10** винчестер имеет емкость памяти 4 Гб со скоростью считывания цифровых данных в пределах 57,1...97,9 Мбит/сек. Без ущерба для



Рис. 10





работоспособности выдерживает вибрационные нагрузки до 500 Гц, при разовом воздействии ударной нагрузки (например, при падении) приходит в рабочее состояние в течение 2 мс, число оборотов вращения магнитного диска — 3600; собственный акустический шум — 18 дБ (тише шепота); рабочий диапазон температур — 0...70°С при влажности до 90 %; потребление по току — до 0,3 А. Габаритные размеры — 42,8×36,4×5 мм, масса — 16 г.

Очевидно, что миниатюрные устройства могут с успехом быть применены не только в качестве внешней памяти компьютерной техники. В медиа-сфере MICRODRIVE-винчестер мог бы заменить собою один DVD диск или 6—7 CD с полным сохранением их качественных характеристик, и будь он подешевле (сейчас в розничной продаже носители емкостью 4 Гб стоят примерно 500 долл. США, 1 Гб — 200), то вытеснил бы их из обращения. Будучи встроенным внутрь, он может найти применение в мобильных телефонных аппаратах, видеозаписывающей аппаратуре, аудиоплейерах, электронных словарях и др.

Видеокамеры нового поколения

Видеокамера, показанная на **рис. 11**, открыла собой новое поколение устройств оперативной записи на карту твердой памяти. От прототипов отличается большим числом записываемых за секунду кадров. Запись выполнена в новом формате сжатия двоичных данных — MPEG-4 с разрешением 320×240 пикселей. Время записи примерно три часа при емкости носителя 512 Мб и 1,5 — при объеме памяти 256 Мб. Такую видеокамеру можно использовать и для съемки отдельных кадров на собственную матрицу с разрешением 2,1 мегапикселя.

Экран расположенного сбоку LCD поворачивающегося монитора по диагонали имеет размер 4,6 см (1,8"). Изображение на нем можно увеличить вдвое



Рис. 11

с помощью цифрового зума. Для подключения к видеокамере внешней аппаратуры и ПК предусмотрены композитные AV-разъемы и USB-порт. От собственного аккумулятора камера способна работать до 60 мин. Ее габаритные размеры — 112 (ширина) × 66 (высота) × 47 (глубина) мм, масса — 285 г.

Видеокамера фирмы SAMSUNG (**рис. 12**) в качестве устройства памяти использует винчестер — жесткий магнитный диск емкостью 1,5 Гб; дополнительным сменным носителем выступает карта твердотельной памяти MS (Memory Stick). Разрешение камеры определяется зеркально-линзовым объективом с десятикратным оптическим трансфокатором и ПЗС-матрицей, имеющей 350000 пикселей. Формат сжатия — MPEG-4, скорость передачи данных в пределах 1,5...3 Мб/с при частоте смены 30 кадров в секунду. Емкости основного носителя хватает для записи 66 минут высококачественного изображения или 6,5 часа качества пониженного уровня (соответствующего примерно стандарту VHS). Предусмотрена возможность контроля отснятого материала на собственном экране размером 5 см (2") по диагонали. Камера может быть применена как фотоаппарат и в качестве диктофона для звукозаписей продолжительностью до 12,5 часа, а также как аудиоплейер формата файлов MP3.



Рис. 12

В случае успеха на рынке продаж первой видеокамеры с HDD-винчестером изготовитель готов организовать и серийный выпуск аналогичных изделий с большим объемом памяти.

Дорожный кинотеатр

Развитие концепции интегрирования мобильной радиоаппаратуры в ограниченном пространстве иллюстрируется графическим изображением дислокации электронных компонентов дорожного полифонического театра внутри салона легкового автомобиля (**рис. 13**), имеющего в своем составе три телевизионных LCD-дисплея, фронтальные и тыловые громкоговорители, сабвуфер, аудио/видеоусилители и процессоры. В компоновке с целью достижения однородности звукового поля в более широком частотном диапазоне фронтальные громкоговорители разнесены в пространстве — высокочастотные отделены от расположенных как обычно в дверях НЧ-СЧ громкоговорителей и помещены в приборную доску. Центральный громкоговоритель, конструктивно совмещенный с внутренним зеркалом заднего обзора, диффузором направлен в сторону лобового стекла для отражения от него звуковых волн в направлении слушателей. Передняя телевизионная панель совмещена с DVD/CD-проигрывателем, собственно и обеспечивающим многоканальное сопровождение звуковых конфигураций Dolby Digital/Prologic. Во время движения водитель использует ее как навигационное устройство. Коммутация подключений позволяет воспроизводимому DVD-плейером фильму поступать на какой-либо один экран, а на остальные можно подать сигнал разных каналов от телецентра. Система позволяет видеть на всех LCD-экранах и одинаковую телевизионную картинку со звуковым сопровождением в моно или стерео. Предусмотрено воспроизведение музыкальных программ и радиопередач от компакт-дисков и тюнера AM/FM. Попутно следует отметить некоторые положительные особенности восприятия звуковых образов в ограниченном пространстве салона автомобиля — расположение слушателя вблизи звуковых излучателей на расстоянии, близком к тому, на котором по международным правилам тестируются и аттестуются все громкоговорители и акустические системы в сборе; отсутствие резонансов отдельных низких тонов, свойственных жилым помещениям на длинах волн, соизмеримых с линейными размерами стен; отсутствие стоячих волн в области низких частот благодаря сглаженности углов и малому объему пространства прослушивания.



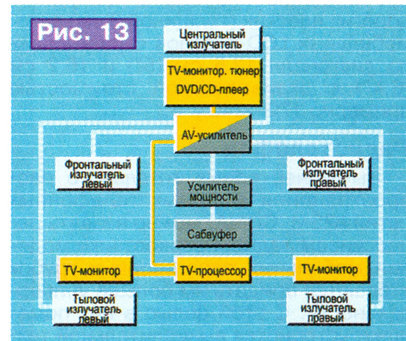


Рис. 13

В нижней части рис. 13 показана упрощенная функциональная схема соединений составляющих блоков радиоаппаратуры. AV-усилитель, низкочастотный излучатель (сабвуфер), процессоры конструктивно приспособлены для установки в багажнике или под сиденьем не только импортного, но и отечественного автомобиля.

Конкретная реализация изображенного дорожного кинотеатра вполне доступна радиолюбителям при использовании отечественных или недорогих импортных (южнокорейских, китайских) компонентов. В данном случае уместно упомянуть, что отечественной промышленностью налажен выпуск недорогих плоских (толщиной 3 см) автомобильных LCD-экранов с размерами по диагонали 12,5 см (5") и 16,2 см (6,4") с эквивалентной стоимостью примерно 170—240 у. е.

Радиотелефон

Нынешнее время тотального распространения эфирных телефонных сетей (GSM, CDMA) можно назвать ренессансом радио. Разработчики моделей мобильных переговорных трубок стараются придать им больше универсальности. С этой целью в них помещают устройства вычислительной техники, фотокамеры и др.

Показанный на **рис. 14** телефонный аппарат совмещен с чувствительным стереофоническим радиоприемником FM/AM, диктофоном и аудиоплеером MP3. Слушать радиопередачи можно через отдельно подключаемые головные стереотелефоны. Аппарат предлагает воспользоваться возможностью подбора оповещающего вызывного музыкального звонка из богатого набора полифонического звукоряда. С помощью LCD-дисплея предусмотрена возможность приема телефоном сообщений MMS (Multimedia Message Service) и SMS (Short Message Service) — фото и текстовых сообщений. Попутно следует отметить SMS-почту, как самую дешевую по сумме затрат в платном сервисе мобильной телефонии.



Рис. 14

Редактор — Е. Карнаухов, иллюстрации — автора



ЛЮБИТЕЛЬСКИЕ

Удобный в работе паяльник, пригодный для монтажа миниатюрных радиодеталей, — и сегодня мечта многих радиолюбителей. Предлагаем посмотреть, как решали эту задачу много лет назад ("Радио", 1978, № 3, с. 46—48).

Одна из возможных конструкций самодельного паяльника изображена на **рис. 1**. Каркасом 1 обмотки нагревателя служит керамическая трубка. Лыску и канавки на трубке протачивают абразивным бруском. Жало 2 вытачивают из меди на токарном станке и никелируют для повышения стойкости к обгоранию.

Ручку 6 в виде трубки из плотной бумаги склеивают на гладкой оправке эпоксидной смолой или клеем БФ-2. После намотки примерно трети толщины стенки в ручку вклеивают на длину около 20 мм держатель жала 3, представляющий собой трубку из жести толщиной 0,35 мм. Затем наматывают остальную часть бумаги. Длина держателя — 50 мм, внешний диаметр — 6,5 мм, щель в месте стыка должна быть шириной 1...1,5 мм. После высыхания поверхность ручки выравнивают и насаживают на клею деревянный фланец 5, позволяющий класть паяльник на поверхность стола без опасения ее повредить.

Жало при сборке паяльника вставляют в трубку держателя и сверху надевают пружину 4, которая плотно охватывает трубку, фиксируя жало. Выступы на посадочной поверхности жала и ответные углубления на трубке препятствуют повороту жала вокруг продольной оси.

Нагреватель изготовляют следующим образом. К каркасу 1 со стороны лыски проволочным бандажом прикрепляют вывод, скрученный из трех четырех нихромовых неизолированных проводников диаметром 0,08...0,12 мм. Затем изготовляют второй такой же вывод, и его конец скатывают в плотный шарик такого размера, чтобы он не проходил в отверстие каркаса. Длина выводов — 120...130 мм.

Для намотки нагревателя, рассчитанного на напряжение 36 В при мощности около 10 Вт, нужен изолированный нихромовый провод диаметром 0,1±0,02 мм. Если провод не имеет изолирующей оксидной пленки черного цвета, его необходимо нагреть током до красного каления для образования такой пленки.

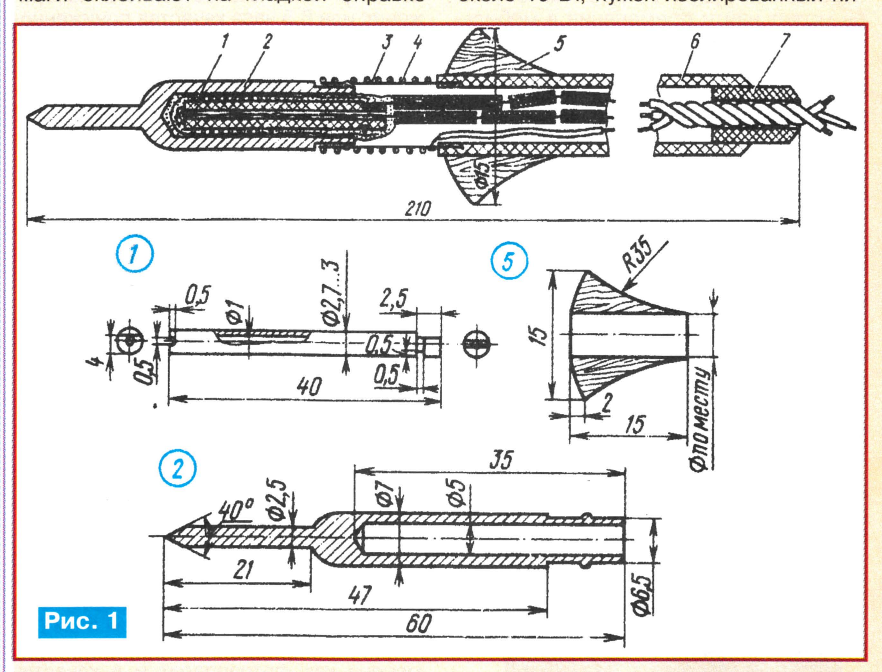


Рис. 1

Зачищенный конец провода нагревателя обвивают вокруг второго вывода на всей его длине и вводят его в отверстие каркаса до упора шарика. Провод нагревателя через радиальную канавку выводят на поверхность каркаса, и наматывают нагреватель плотно виток к витку в один слой. Второй конец обмотки зачищают на длину 140 мм и обвивают вокруг прикрепленного к лыске вывода, начиная от бандажа. Сопротивление холодного нагревателя должно быть примерно равно 130 Ом.

Изоляционную пасту приготавливают из 100 частей (по весу) растертого в ступке белого песка, 20 частей силикатного конторского клея (жидкого стекла), 2 частей сахарной пудры и 4 частей двадцатипроцентного раствора едкого натра. На один паяльник требу-

МИНИАТЮРНЫЕ ПАЯЛЬНИКИ

ется не более 4 г пасты. Все компоненты закладывают в фарфоровую ступку и тщательно растирают до получения сметанообразного состояния.

На нагреватель надевают отрезок трубки из стекловолокна, заплавляют его в пламени со стороны, противоположной выводам, и обильно пропитывают пастой. При отсутствии трубки нагреватель можно обернуть слоем стеклоткани и пропитать пастой. Отверстие в жале 2 заполняют пастой и вводят туда нагреватель. Излишки пасты удаляют, и жало в течение суток подсушивают при температуре 40°...50 °С.

Затем на выводы надевают керамические изоляторы (в виде трубок или бус) и соединяют со шнуром питания. Перед окончательной сборкой обеспечивают тем или иным способом фиксацию шнура в ручке, препятствующую его выдергиванию. В отверстие ручки вклеивают резиновую втулку 7 и, наконец, надевают стяжную пружину 4. Если необходимо предусмотреть заземление паяльника, то в шнур добавляют третий проводник, конец которого пропускают изнутри через отверстие в держателе 3 и припаивают к нему.

После окончательной сборки паяльник включают на напряжение, равное половине номинального, и прогревают в течение двух-трех часов. Паяльник можно изготовить на большую мощность. Для мощности, например, 14 и 18 Вт сопротивление нагревателя должно быть равно 92 и 72 Ом соответственно, диаметр жала — 4 и 6 мм.

Л. МЕДИНСКИЙ, В. СКОРИН
г. Новосибирск

* * *

Чертежи простой нагревательной головки паяльника показаны на **рис. 2**. Паяльник необходимо питать от понижающего трансформатора с хорошей изоляцией между обмотками, так как один из выводов цепи питания паяльника соединен с его корпусом. Нагреватель паяльника — графитовый. Потребляемая мощность — примерно 5 Вт при питающем напряжении 3...4 В.

Паяльник может быть легко изготовлен в условиях домашней мастерской за несколько часов, при этом потребуются простейшие материалы: толстый гвоздь, стальной винт, полоска белой жести, отрезок толстой медной проволоки, стеклянная трубка, обломок графитового стержня карандаша, стальная пружина, немного асбеста и силикатный клей.

Нагревательным элементом 3 служит отрезок стержня карандаша твердостью ТМ. Стержень длиной 3...5 см прогревают током в течение 1...3 мин при ярко-красном калении. На поверхности стержня образуется прочный слой нагара бурого цвета, служащий изолятором. От стержня отламывают часть необходимой длины и затачивают на конус, счищая нагар.

Изготовление медного корпуса 2 головки пояснений не требует. Наружную поверхность корпуса на длину 5 мм от правого по рисунку края облуживают тугоплавким припоем.

Вывод 4 изготовляют из длинного винта М3. У него отпиливают головку, надфилем обрабатывают оставшуюся часть, согласно чертежу, сверлят и облуживают отверстие. Лепесток 6 вырезают ножницами из белой жести, широкую часть сгибают в кольцо, а узкую для большей жесткости слегка сгибают вдоль. Жало 1 изготавливают из медной проволоки диаметром 2 мм. Оно должно туго вставляться в соответствующее отверстие корпуса 2.

Цепь головки проверяют омметром — он должен показывать сопротивление 2...3 Ом. Для окончательной сушки головку подключают на номинальное рабочее напряжение.

Выступающую часть вывода 4 изолируют слоем асбеста, пропитанного клеем, и надевают на корпус 2 лепесток 6. Для улучшения контакта узел дополнительно фиксируют пружиной 5. К выводам головки припаивают проводники, обертывают выводы снаружи асбестом, пропитанным силикатным клеем, и плотно вставляют в стеклянную трубку 7, служащую ручкой паяльника.

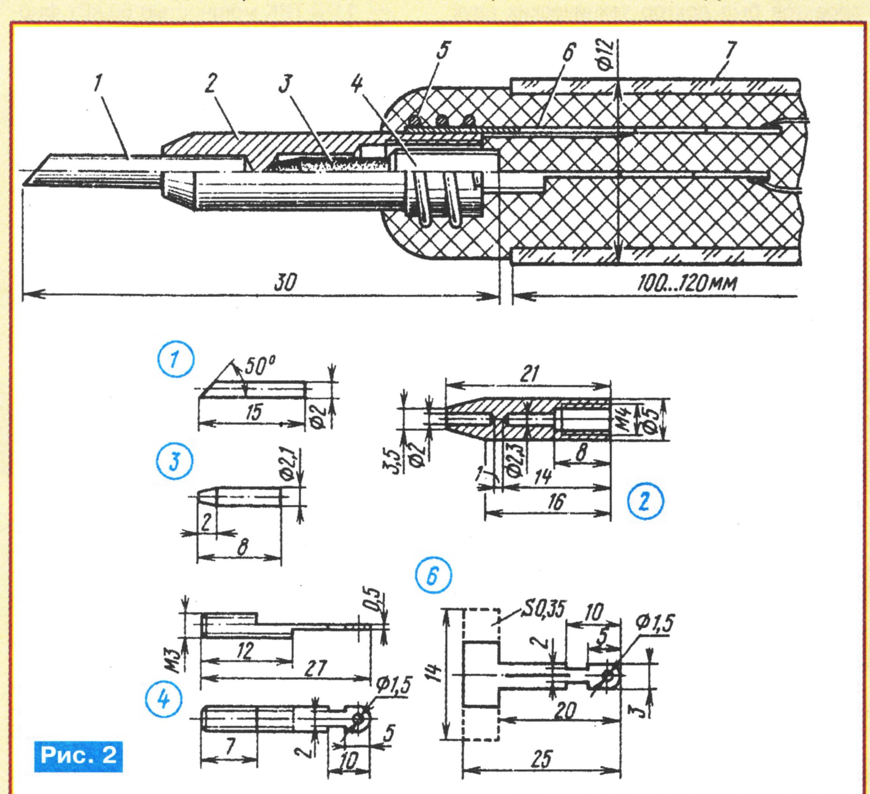


Рис. 2

Собирают головку следующим образом. Небольшой комок рыхлого асбеста пропитывают силикатным клеем и вкладывают как пробку в резьбовое отверстие корпуса 2. Толстой иглой в пробке по центру прокалывают отверстие и аккуратно расширяют его, покачивая иглу в разные стороны. В это отверстие осторожно ввинчивают резьбовой вывод 4.

Корпус с выводом прогревают мощным паяльником в течение 1...2 мин, после чего вывод 4 вывинчивают, а в корпусе остается прочная изолирующая втулка из асбеста с резьбой (на рис. 2 не показана). Для облегчения вывинчивания вывода его следует предварительно слегка смазать жидким минеральным маслом. Канал нагревательного элемента сверлом очищают от излишков асбеста и клея, вкладывают в него элемент, резьбу на выводе 4 обезжиривают, смазывают силикатным клеем и ввинчивают на место с небольшим усилием.

Внутренний диаметр стеклянной трубки не должен быть менее 6 мм, длина — 100...150 мм. Выбор для ручки именно стеклянной трубки продиктован тем, что она не дефицитна, в достаточной мере теплостойка и плохо проводит тепло.

Описанный паяльник обладает интересным свойством — он защищен от сильного перегрева. С повышением температуры корпуса из-за разности коэффициентов теплового расширения материалов меди и графита уменьшается усилие зажатия нагревательного элемента в корпусе. При этом увеличивается контактное сопротивление, уменьшаются ток и соответственно мощность нагревателя. С понижением температуры корпуса в процессе пайки контакт восстанавливается и мощность возрастает.

В. ОВСЯННИКОВ
г. Ташкент

Останкинская телевизионная башня — вчера, сегодня, завтра...

Ю. БЕРБИКОВ, заместитель генерального директора ФГУП "РТРС", директор филиала "МРЦ"

Технический и рабочий проекты телебашни были разработаны Центральным научно-исследовательским институтом экспериментального проектирования зрелищных зданий и спортивных сооружений (ЦНИИЭП). Руководителем проектов был доктор технических наук Николай Васильевич Никитин. Строительство башни длилось четыре года. В ее создании приняли участие более 40 проектных и научно-исследовательских институтов, десятки строительно-монтажных организаций и заводов. Проектирование и строительство башни велось с использованием новейших технологий. Так, например, прочность и долговечность железобетонного ствола телебашни были обеспечены обжатием кольцевых сечений железобетонного ствола 149-ю высокопрочными стальными канатами, которые удерживают бетон в напряженном состоянии и не допускают образование в нем микротрещин из-за влияния ветровых и температурных нагрузок. Эта технология в последствии с успехом использовалась при строительстве и других телевизионных башен.

5 ноября 1967 года Останкинская телебашня начала трансляцию в эфир четырех телевизионных программ на 1, 3, 8 и 11-м телевизионных каналах (ТВК) с использованием самых современных на то время радиопередающих станций "Ураган" и "Лен" мощностью по 50 кВт и трех радиовещательных программ с использованием трехпрограммной радиостанции "Мёд" мощностью 15 кВт. Вскоре передатчик первого канала начал трансляцию цветного изображения.

Строительство на башне продолжалось до конца 1968 года (Акт Государственной Комиссии о пуске в эксплуатацию второй очереди строительства был подписан 28 декабря). К этому времени в дополнение к уже имеющимся передатчикам вступили в действие пятый телевизионный передатчик на 33-м ТВК и второй трехпрограммный передатчик "Мёд". Перечисленные станции были собраны целиком на электровакуумных приборах. Радиус их действия, в зависимости от частотного диапазона и рельефа местности для каждого конкретного направления, лежал в пределах 100...120 км.

Дальнейшая эксплуатация башни проходила в условиях постоянного расширения ее функциональной деятельности.

В связи с увеличением числа передаваемых телевизионных программ с начала 90-х годов началось бурное развитие парка средств телевизионного вещания Останкинской телебашни. В этот период были смонтированы, настроены и приняты в эксплуатацию телевизионные передатчики крупнейших фирм-производителей телерадиовещательного оборудования:

— 6-й ТВК мощностью 1,0 кВт фирмы HARRIS (США) для программы "ТВ-6" (в настоящее время на 6-м ТВК используется отечественный передатчик "Полярис", транслирующий программу "Спорт");

— 11-й ТВК мощностью 60 кВт фирмы THOMCAST (Франция) для программы "Россия", взамен морально устаревшего передатчика "Лён";

— 23-й ТВК мощностью 1,0 кВт фирмы TESLA (Чехия) для программы "Дарьял ТВ";

— 27-й ТВК мощностью 1,0 кВт для программы "СТС", которая в последствии была заменена передатчиком мощностью 5,0 кВт фирмы HARRIS (США);

— 29-й ТВК мощностью 2,0 кВт фирмы TEHNOSISTEM (Италия) для программы "ДП" — детский проект (в настоящее время на 29-м ТВК транслируется программа "Спортивный телеканал 7 ТВ");

— 31-й ТВК мощностью 20 кВт фирмы TESLA (Чехия) для программы "M1";

— 38-й ТВК мощностью 20 кВт фирмы ROHDE&SCHWARZ (Германия) для программы "MTV";

— 46-й ТВК мощностью 5,0 кВт фирмы ABE (Италия) для программы "ТВ-3";

— 49-й ТВК мощностью 1,0 кВт фирмы VELEK (Чехия—Франция) для программы "REN-TV", который впоследствии был заменен передатчиком фирмы THOMCAST (Франция) мощностью 20 кВт;

— 51-й ТВК мощностью 1,0 кВт фирмы VELEK (Чехия—Франция) для программы "МУЗ-ТВ", но в настоящее время программа "МУЗ-ТВ" ведет свое вещание с передатчика фирмы THALES (Франция) мощностью 20 кВт.

На базе средств телевизионного вещания Останкинской телебашни была реализована сеть систем массового информационного обслуживания населения, обеспечивающая доставку дополнительной информации бытового и производственного назначения. Одновременно с эфирным вещанием телевизионных программ на сегодняшний день дополнительная информация передается по следующим каналам:

— по каналу изображения телевизионных радиостанций на 1-й ТВК и 3-й ТВК — ТВ ИНФОРМ (МИД, МЧС, ТАСС, РИА);

— по каналу звукового сопровождения радиостанций на 3-м ТВК — ЛОГОС (звуковое вещание для слепых) и на 11-м ТВК — МИКРОЭКС (радиотекст).

В рамках комплексного развития эфирного и кабельного телевизионного вещания в г. Москве на телебашне была смонтирована и введена в эксплуатацию система передачи и контроля сигналов телевизионных программ для сети кабельного телевидения КОМКОР.

Сегодня с Останкинской телебашни обеспечивается вещание 17 телевизионных программ.

Одновременно с развитием телевизионного вещания на Останкинской телебашне постоянно шло развитие и средств радиовещания.

Новым этапом в работе Останкинской телебашни в области радиовещания стало начало эксплуатации в 1987 году передатчика одной из первых коммерческих радиостанций "М-Радио" на частоте 71,3 МГц (с февраля 2000 года на этой частоте работает "Русское радио").

В 1995 году вышел в эфир еще один коммерческий передатчик радиостанции "Эхо Москвы" на частоте 73,82 МГц, мощностью 10 кВт и радиусом зоны покрытия около 100 км.

Следующим этапом в расширении радиовещания стало освоение FM диапазона (100 — 108 МГц), для чего на Шуховской телебашне (Шаболовка, 37) были смонтированы и сданы в эксплуатацию три радиостанции, работающие на частотах 101,2 МГц — "Радио—101", 103,7 МГц — "Радио Максимум" и 106,2 МГц — "Европа Плюс". Выходная мощность каждого из трех передатчиков составляла 10 кВт с радиусом зоны покрытия около 70 км. Впоследствии эти радиостанции были перенесены на Останкинскую телебашню, что позволило значительно увеличить зону охвата вещанием этих программ. В настоящее время с Останкинской телебашни обеспечивается вещание 16 радиопрограмм.

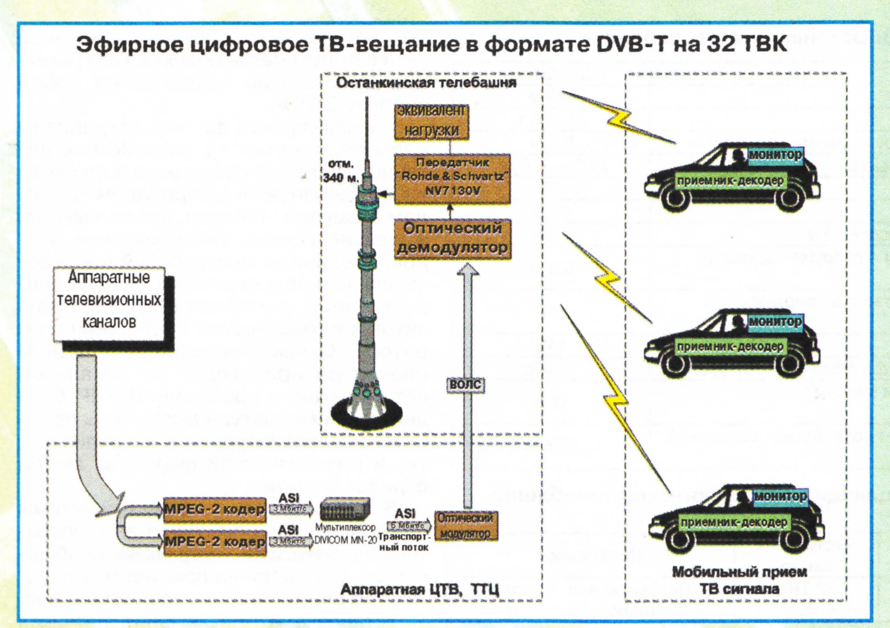
На Останкинской телебашне работает испытательная лаборатория, которая проводит сертификационные испытания технических средств радиовещания и телевидения перед их вводом в эксплуатацию.

Испытания проводятся по следующим категориям:

- оборудование сетей распределительных систем кабельного телевидения;
- передатчики радиовещательные стационарные диапазонов частот: 66—74 МГц, 88—100 МГц и 100—108 МГц;
- передатчики телевизионные I—V диапазонов для эфирного аналогового и цифрового вещания;
- антенны приемные и передающие телевизионные I—V диапазонов и радиовещания диапазонов частот: 66—74 МГц, 88—100 МГц и 100—108 МГц;
- передатчики эфирно-кабельного телевидения систем MMDS;
- приемно-передающее оборудование радиорелейных линий связи;
- оборудование систем передачи дополнительной информации и данных в радиосигналах систем эфирного и кабельного телевидения и радиовещания;

Окончание. Начало см. на 2-й с. обл.

E-mail: tv@radio.ru
тел. 208-83-05



• устройства сложения сигналов нескольких передатчиков телевизионного и радиовещания диапазонов ОВЧ и УКВ.

По результатам этих испытаний выдаются сертификаты соответствия системы сертификации "СВЯЗЬ" и ГОСТ Р", без которых невозможна эксплуатация средств телерадиовещания на территории России. В числе изготовителей и операторов связи, получивших сертификаты по результатам проведенных сертификационных испытаний, такие предприятия, как "BARCO" (Бельгия), "YARMONIC, Inc" (США), "TELESTE" (Финляндия), "Радиоволна" (Беларусь), "Промсвязь" (Россия) и многие другие.

Останкинская телебашня — это не только объект, обеспечивающий теле- и радиовещание, но и важнейший объект телекоммуникационной инфраструктуры столицы. На ней установлено и успешно функционирует оборудование радиотелефонной, транкинговой, пейджинговой, радиорелейной и космической связи, обеспечивая радиотелефонную связь с подвижными объектами, дуплексную двустороннюю связь по радиорелейным линиям в Москве и Московской области, а также выход на приемно-передающие космические центры и целый ряд других функций.

Коммутационный волоконно-оптический центр телебашни обеспечивает стыковку и формирование информационных потоков городских волоконно-оптических сетей. Этот центр способен связать между собой большое число организаций, 52 оптических кабеля с числом волокон от 6 до 36 каждый проложены от телебашни в разные уголки столицы и ближнего Подмосковья.

На Останкинской телебашне функционирует уникальный автоматизированный метеорологический комплекс, который измеряет в реальном масштабе времени вертикальные профили температуры воздуха, высоты нижней границы облачности, направления и скорости ветра, интенсивности и количества осадков, влажности воздуха, атмосферного давления и других метеорологических параметров. С использованием этого комплекса на телебашне проводились и проводятся большое количество научно-исследовательских работ, связанных с изучением метеорологических явлений в приземном слое атмосферы, исследований грозовых явлений, гололедных и ветровых нагрузок, загрязнением приземного слоя атмосферы. Большинство выполненных работ носили прикладной характер и были положены в основу различных нормативных документов и фундаментальных научных трудов.

Останкинская телебашня, являясь замечательным памятником мировой архитектуры и одной из основных достопримечательностей г. Москвы, всегда пользовалась популярностью у москвичей и гостей столицы. Смотровую площадку телебашни и ее высотный ресторан "Седьмое Небо", расположенные на высоте 337—328 метров, посетило более 12 миллионов человек.

Открытые в 1999 году стеклянные полы стали любимым местом для всех посетителей смотровой площадки.

К большому сожалению, пожар, произошедший на телебашне в августе 2000 года, внес свои коррективы в ее жизнь и техническое развитие.

Этот пожар привел к значительным разрушениям строительных конструкций и технологических систем телебашни, были выведены из строя все фидеры, система электроснабжения, канатная арматура, пассажирские и служебные лифты. В связи с этим доступ посетителей на телебашню был прекращен. С первых дней после пожара коллектив телебашни, во взаимодействии с проектными и строительными организациями, приступил к ликвидации его последствий и проведению ремонтно-восстановительных работ.

В кратчайшие сроки было восстановлено телевизионное и радиовещание по временным схемам, проведено обследование технического состояния конструкций и систем инженерного обеспечения башни, демонтированы поврежденные и смонтированы новые канаты, произведена очистка шахт и внутренних помещений.

Эти тревожные события дали толчок к полной технической модернизации телебашни, поскольку за 36 лет эксплуатации многие технологические системы и конструкции морально и физически устарели, а некоторые — полностью выработали свой ресурс.

В этот период были выполнены следующие основные работы:

— полностью восстановлено телевизионное и радиовещание по штатной схеме, для чего были приобретены и смонтированы новые фидеры, не поддерживающие горение, и установлены новые антенные системы для большинства телевизионных и радиоканалов;

— выполнены ремонтные работы в служебных помещениях телебашни;

— произведен ремонт внутренних металлоконструкций телебашни;

— отремонтирована смотровая площадка телебашни.

В настоящее время на телебашне ведутся работы по монтажу новых скоростных лифтов, которые были изготовлены немецкой фирмой "Тиссен Круп" специально для Останкинской телебашни. Технические характеристики лифтов остались такими же, как до пожара (грузоподъемность — 12 человек, скорость — 7 м/с), однако они выполнены на современном техническом уровне и с соблюдением всех отечественных и международных требований безопасности.

Ремонтно-восстановительные работы идут в тесном взаимодействии с работами по модернизации средств телевизионного вещания и основных технологических систем телебашни.

Так, в период 2001—2003 гг. были введены в эксплуатацию новые телевизионные радиостанции:

♦ 1-й ТВК мощностью 40 кВт фирмы HARRIS (США) для программы "Первый канал", взамен морально устаревшей радиостанции "Ураган";

♦ 23-й ТВК мощностью 10 кВт фирмы THALES (Франция);

♦ 29-й ТВК мощностью 10 кВт фирмы TESLA (Чехия);

♦ 32-й ТВК мощностью 1,3 кВт фирмы ROHDE & SCHWARZ (Германия);

♦ 35-й ТВК мощностью 2 кВт фирмы "Онега-2" (Россия) для программы "ТНТ";

♦ 60-й ТВК мощностью 5 кВт фирмы ROHDE & SCHWARZ (Германия) для программы "2х2".

В результате этой работы впервые в России было начато эфирное телевизионное вещание на "Первом канале" со звуковым стереосопровождением NICAM 728 и регулярное эфирное цифровое телевизионное вещание в стандарте "DVB-T" на 32-м ТВК. С целью повышения надежности и в связи с переходом на круглосуточное вещание на многих телевизионных каналах были установлены резервные передатчики.

Планами развития средств теле- и радиовещания предусматривается также замена морально устаревших телевизионных передатчиков: 3-й ТВК (ТВЦ), 8-й ТВК (НТВ), 25-й ТВК (Евроньюс), 33-й ТВК (Культура), 35-й ТВК (ТНТ), 46-й ТВК (ТВ3) и радиовещательных передатчиков "Мёд" на передатчики нового поколения.

Большое значение на телебашне уделяется вопросам технологической безо-

Основные характеристики Останкинской телебашни

Наименование	Показатель
Высота сооружения	540 м
Общая масса телебашни с фундаментом	51 400 т
Ширина подошвы плиты главного кольцевого фундамента телебашни	9,5 м
Глубина заложения подошвы главного фундамента	3,5 — 4,6 м
Количество опор-ног телебашни	10
Средний диаметр между опорами-ногами	60 м
Диаметр железобетонного ствола башни на высоте 63 м	18 м
Диаметр железобетонного ствола в верхней зоне сооружения между отметками 311 и 385 м	8,2 м
Железобетонный ствол выполнен из предварительно-напряженного железобетона марки	400
Количество натяжных стальных канатов	149
Принятая расчетная скорость ветра на высоте флюгера (10 м от земли)	25 м/с
Теоретическое отклонение вершины башни при максимальных расчетных скоростях ветра	12 м
Расчетное отклонение оси ствола телебашни от воздействия солнечной инсоляции	2,25 м

Телевизионные программы, вещающие с Останкинской телебашни

Частотный канал	Программа	Частотный канал	Программа
1 ТВК	Первый канал	32 ТВК (цифровой)	Первый канал, Россия, Eurosport, Euronews
3 ТВК	ТВ Центр 3 Канал	33 ТВК	Культура
6 ТВК	Спорт	35 ТВК (резервный)	ТНТ
8 ТВК	НТВ	38 ТВК	MTV
11 ТВК	Россия	46 ТВК	ТВ-3
23 ТВК	ТВ-Дарьял	49 ТВК	REN-TV
27 ТВК	СТС-Москва	51 ТВК	Муз-ТВ
29 ТВК	7 ТВ	60 ТВК	2х2
31 ТВК	М1		

Радиопрограммы, вещающие с Останкинской телебашни

Программа	Диапазон	Частота МГц	Программа	Диапазон	Частота МГц
Радио России Подмосковье Москва	УКВ	66,44	Радио Ретро	FM	88,30
Маяк	УКВ	67,22	Радио Джаз	FM	89,10
Юность	УКВ	68,84	Классик Радио	FM	100,90
Европа Плюс	УКВ	69,80			
Русское радио	УКВ	71,30	Динамит FM	FM	101,20
Орфей	УКВ	72,14	Радио Максимум	FM	103,70
Радио Ретро	УКВ	72,92	Русское Радио	FM	105,70
Эхо Москвы	УКВ	73,82	Европа Плюс	FM	106,20

пасности. С этой целью внедряется автоматическая система управления технологическими процессами (АСУТП), предназначенная для автоматизации и централизации процесса сбора оперативной и статической информации о работе основных инженерных систем телебашни и оптимизации управления этими системами.

Первая очередь АСУТП — это недавно принятая в эксплуатацию система мониторинга температуры антенно-фидерных устройств (АФУ) телебашни.

Важность получения информации о температурном состоянии АФУ обуславливается тем, что по фидерам передается высокочастотная энергия большой мощности (от 1 до 50 кВт) от передатчиков, расположенных в залах на различных отметках, до передающих антенн, расположенных в антенной части телебашни. Особенно важно контролировать нагрев в местах соединения фидеров с согласующими трансформаторами и делителями, а также в местах стыков самих фидеров.

До настоящего времени контроль температуры обеспечивался вручную, путем обхода и замера температуры в определенных точках и записи измеренных значений в специальный журнал. В условиях труднодоступности элементов АФУ в антенной части эта операция была очень трудоемка и не обеспечивала получение оперативной информации.

Эта система состоит из двух уровней:

— уровень локальной сети, на котором находятся контроллеры управления, рабочие станции операторов и пользователей системы, файл-сервер и собственно локальная вычислительная сеть предприятия, используемая в качестве транспортной сети;

— датчики измерения температуры и первичные преобразователи — модули ввода-вывода.

Модули подключены к контроллерам и допускают удаленное размещение до 600 метров от контроллера. Дополнительные контроллеры, при необходимости, могут быть подключены к локальной сети в любом месте объекта. Программное обеспечение представляет собой систему SCADA.

Температурные датчики закреплены непосредственно на устройствах антенно-фидерной разводки и подключены экранированным проводом к входам модулей. Модули ввода-вывода, имеющие восемь универсальных входов, соединены между собой последовательно и подсоединены к контроллеру, который считывает показания датчиков и вырабатывает сообщения оператору. Связь контроллера с ПЭВМ оператора происходит по локальной сети Ethernet и протоколу TCP/IP. Сведения о температуре могут быть представлены оператору как в табличной, так и в графической форме за любой отрезок времени.

Все аварийные состояния системы отображаются на рабочем месте оператора графическими и звуковыми сообщениями, выводятся на принтер и передаются по электронной почте и на пейджер.

Установка и подключение датчиков температуры в антенной части телебашни представляли собой исключительно сложную и трудоемкую задачи. Для выполнения требований противопожарной безопасности все провода в антенной части телебашни необходимо было прокладывать в металлических трубах или металлорукавах.

В дальнейшем предусматривается дополнить эту систему функцией автоматического контроля поддержания фидеров под избыточным давлением азота, позволяющей дистанционно контролировать значения избыточного давления азота во всех фидерах с целью принятия своевременных мер по предупреждению развития аварийных ситуаций в случае разгерметизации фидеров.

Кроме системы мониторинга температуры антенно-фидерных устройств телебашни, в состав АСУТП войдут следующие инженерные и технологические подсистемы телебашни:

- мониторинга работы передатчиков теле- и радиовещания;
- мониторинга силового электропитания, контроля качества и учета потребления электроэнергии;
- внутреннего освещения телебашни;
- управления заградительными огнями и светомаяками;
- декоративной и праздничной подсветки телебашни;
- вентиляции и кондиционирования;
- отопления, водоснабжения и канализации.

Полноценную модернизацию невозможно вести без обеспечения требований пожарной безопасности. Поэтому одной из основных задач, стоящих перед нашим предприятием, является создание современной системы противопожарной защиты. На основании требований, изложенных в "Технических условиях на разработку проекта реконструкции и модернизации Останкинской телебашни", создается система активной и пассивной противопожарной защиты. В состав активной противопожарной защиты будут входить автоматические системы пожарной сигнализации, водяного пожаротушения в стволе телебашни,

газового пожаротушения помещений и аппаратных. В качестве пассивной противопожарной защиты будут применены противопожарные двери, вертикальные и горизонтальные перегородки в шахтах и кабельных каналах, а также огнезащитная обмазка фидеров и современные кабели, не поддерживающие горение.

В условиях сложной криминогенной обстановки большое значение в процессе модернизации телебашни отводится вопросам обеспечения физической безопасности, что решается с применением специальных организационных мер и современных технических средств.

Вот уже 3,5 года Останкинская телебашня временно закрыта для посетителей. Это наша общая боль, и мы прилагаем все усилия, чтобы как можно скорее вернуть телебашню москвичам и гостям столицы. Вместе с тем, с учетом современных технологий и возросших требований к объектам социально-культурного назначения, мы смотрим на эту задачу значительно шире. На основании изучения мирового опыта, связанного с эксплуатацией объектов аналогичного назначения, нами был сделан вывод о необходимости создания на базе Останкинской телебашни современного культурно-развлекательного комплекса, что позволило бы подойти к вопросу экскурсионно-туристического обслуживания посетителей на более высоком уровне. С этой целью, помимо возобновления работы ресторана "Седьмое Небо" и смотровой площадки, запланирована коренная модернизация всей инфраструктуры. На территории комплекса Останкинской телебашни вскоре начнется строительство многофункционального бизнес-центра, в котором, кроме офисных помещений, предусмотрена специальная зона, предназначенная для экскурсионно-развлекательного обслуживания посетителей. С телебашней бизнес-центр будет связан крытой галереей, в которой откроют "Аллею звезд российского ТВ", где будут отмечены те, кто внес большой вклад в дело становления и развития российского телевидения.

Центральный холл телебашни также будет существенно изменен: увеличится его полезная площадь за счет застройки и остекления наружной части фундамента телебашни под десятью железобетонными опорами. Реконструкции подвергнется и цокольная часть телебашни, где планируется построить дополнительные помещения для отдыха посетителей. На новых площадях планируется разместить различные объекты социально-культурного и коммерческого назначения: выставочные залы, музеи, кафе, бары, сувенирные киоски, бутики, аттракционы для детей.

Техническое оснащение смотровой площадки будет выполнено с учетом новейших достижений в области телекоммуникационных технологий. У посетителей появится возможность посмотреть панораму города Москвы с помощью телевизионных камер высокого разрешения, посмотреть панорамы и пообщаться с посетителями других телевизионных башен, входящих в международную федерацию высотных башен мира, с использованием Интернет-технологий.

Планируемый уровень сервиса и комфорта на телебашне будет соответствовать мировым стандартам и будет способен удовлетворить самые высокие требования посетителей.

Все работы, связанные с возобновлением экскурсионно-туристической деятельности, планируется завершить к моменту окончания других ремонтно-восстановительных работ на телебашне.

Несмотря на закрытие смотровой площадки и ресторана "Седьмое Небо", на телебашне постоянно ведется активная культурно-массовая работа.

Концертный зал "Королевский", расположенный на территории Останкинской телебашни, предлагает своим гостям разнообразную культурную программу: спектакли, концерты, новогодние детские представления и другие массовые мероприятия. В выставочном зале, расположенном в административном корпусе рядом с телебашней, проводятся выставки живописи, графики, скульптуры, декоративно-прикладного искусства. В арт-салоне телебашни проходят камерные литературные вечера, встречи с артистами театра и кино, выдающимися личностями нашего времени.

Мы с уверенностью смотрим в будущее и надеемся, что обновленная Останкинская телебашня вскоре во всей красе предстанет перед москвичами, еще долго будет служить на благо человечества и приносить радость людям.

Редактор — Б. Степанов



НТТМ-2004

Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи

Всероссийская выставка научно-технического творчества молодежи состоится 7—10 июля 2004 г. в Москве на ВВЦ, павильон № 57. Она проводится в рамках реализации федеральной целевой программы *"Молодежь России (2001—2005 годы)"*, национального проекта *"Студенчество — новой России"*, межведомственной программы *"Студенчество России"*, программы *"Молодежь Москвы"*, региональных программ реализации молодежной политики.

Организаторами выставки являются Правительство Москвы, Совет ректоров вузов Москвы и Московской области, ОАО "Государственное акционерное общество "Всероссийский выставочный центр". Участниками выставки могут быть различные государственные и общественные учебные заведения, центры, клубы, детские и молодежные организации, в том числе и зарубежные.

Экспозиция выставки даст комплексное представление о разнообразии интересов, возможностей и достижений современной молодежи в области научно-технического творчества, познакомит с новыми методами преподавания научных дисциплин, последними тематическими изданиями. Интерактивная форма выставки предоставит возможность любому желающему принять участие в занимательных опытах и исследованиях.

Молодые люди в возрасте от 12 до 27 лет представят индивидуальные и коллективные проекты по следующим направлениям: математика и информатика; медицина и биология; экология и наука о земле; астрономия и космос; техносфера, машины и технологии; архитектура и строительство; социальные науки.

Результаты работы автора или авторского коллектива по созданию проекта получат оценку научного комитета, сформированного из профессорско-преподавательского состава ведущих вузов России, ученых Российской академии наук, специалистов по работе с молодежью. Критериями оценки проекта станут новизна, актуальность и доступность изложения выбранной темы, глубина проработки, научная содержательность и качество исполнения представленного проекта. Лучшие проекты будут рекомендованы к участию в Х Международной выставке ЭКСПО-Наука 2005 в Чили.

В рамках программ сопровождения выставки состоятся Всероссийская конференция "Творчество молодых в XXI в.: реалии и перспективы", семинары, круглые столы, презентации, конкурсы инновационных проектов, мастер-классы, культурные мероприятия. Участники выставки посетят ведущие научные центры, музеи, промышленные предприятия.

Гостями выставки станут представители федеральных и региональных органов исполнительной власти, научных, деловых и политических кругов, предприниматели, деятели культуры. Освещать работу Всероссийской выставки НТТМ-2004 будет молодежный пресс-центр.

Всероссийская выставка НТТМ-2004 станет продолжением и развитием ежегодных молодежных мероприятий в федеральных округах Российской Федерации, итогом городских, областных и региональных конкурсов научно-технического творчества и профессионального мастерства. Выставка станет крупнейшим в России специализированным мероприятием, демонстрирующим интеллектуальные возможности российской молодежи.

Подробную информацию о всех мероприятиях и о порядке участия во Всероссийской выставке НТТМ-2004 можно получить у устроителей:

http://www.vvcentre.ru/nttm
imolchanova@vvcentre.ru

Стереофоническое вещание в телевидении

Системы вещания. Стереозвук на ТВ в Москве. Эксперименты в МНИТИ

К. БЫСТРУШКИН, Е. СОРОКА, г. Москва

Вернемся к началу телевизионного вещания стереозвука в Москве по системе NICAM в ноябре прошлого года. К этому времени сложился ряд объективных и субъективных предпосылок, которые и позволили успешно реализовать внедрение стереофонического вещания на российском ТВ. Одной из объективных причин можно назвать оснащение студий ведущих компаний цифровым оборудованием, в котором предусмотрена подготовка телепрограмм только со стереозвуком. В парке приемных устройств у населения за последнее десятилетие тоже произошли существенные изменения: декодер NICAM стал почти обязательной частью мультисистемных телевизоров, особенно с размером экрана по диагонали более 25 дюймов (63 см). Им комплектуют и бо́льшую часть (свыше 70 %) продаваемых у нас стереофонических видеомагнитофонов Hi-Fi. Следовательно, парк аппаратуры у населения в последние годы существенно пополняется техникой, способной принимать цифровой сигнал NICAM.

К субъективным факторам следует отнести значительно усилившуюся конкуренцию за привлечение зрителей среди телекомпаний, которые пытаются различными способами повысить свой рейтинг, а следовательно, и поступление средств от рекламы. И конечно, стереофоническое вещание оказывается очень эффективным способом, позволяющим выгодно выделиться передовым телекомпаниям среди конкурентов. Кроме компаний ОРТ ("Первый канал") и "МТВ", переход на стереозвук планируют уже и другие телеканалы, например, "МузТВ" и РТР.

Начало передачи на ТВ стереозвука произошло также благодаря активной позиции компании ОРТ, которая получила временное разрешение на стереофоническое вещание в Москве на "Первом канале". В связи с этим необходимо было уточнить очень важный параметр для передатчика — относительный уровень дополнительной поднесущей NICAM, проверив, какое будет качество изображения на телевизорах без декодера NICAM и качество стереозвука в аппаратах с декодером. Но так как подобные испытания уже проводились в 1994 г., Министерство по связи и информатизации РФ поручило повторить их специалистам МНИТИ и НИИР.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2004, № 4

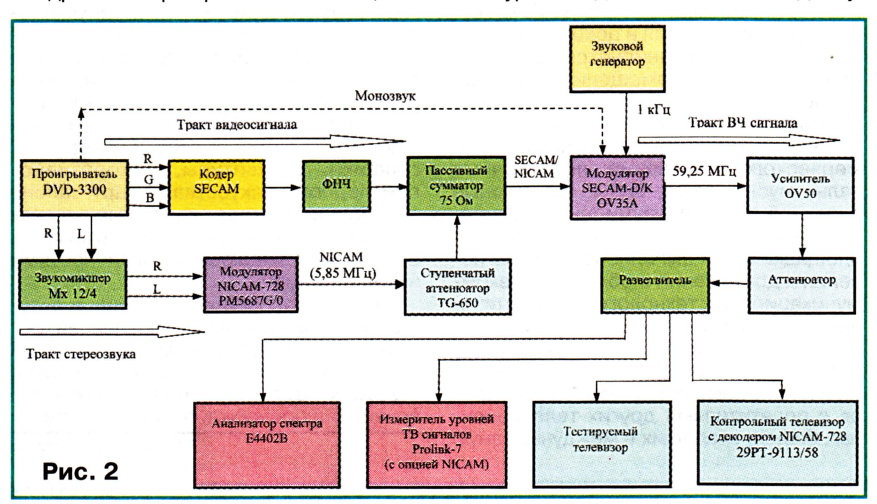


Рис. 2

Такая работа и была проведена на экспериментальном стенде ЗАО "МНИТИ" в ноябре—декабре прошлого года. Структурная схема стенда представлена на **рис. 2**, внешний вид всего стенда показан на **рис. 3**, а внешний вид модулятора NICAM-728 фирмы PHILIPS, предназначенного для работы в передатчике, с размещенным на нем звукомикшером — на **рис. 4**. Стенд содержит аппаратуру различных фирм: проигрыватель DVD — DENON, кодер SECAM — THOMSON-CSF, модулятор SECAM и ВЧ усилитель — WISI, звукомикшер — YAMAHA, модулятор NICAM и контрольный цветной телевизор — PHILIPS, анализатор спектра — AGILENT, измеритель уровней телевизионных сигналов — PROMAX, ступенчатый аттенюатор — TELONIC, разветвитель — RTM и др.

Источником испытательных видео- и звуковых сигналов послужил проигрыватель DVD. С его выхода компонентные видеосигналы R, G, B поступают на вход профессионального кодера SECAM, с которого сигнал через ФНЧ с частотой среза 5,1 МГц и пассивный сумматор проходит на канальный модулятор SECAM-D/K. На другой вход сумматора через ступенчатый аттенюатор подан сигнал с модулятора NICAM-728. Модулятор обеспечивает преобразование аналоговых сигналов стереозвука, поступающих с проигрывателя DVD в цифровую форму, формирование из цифрового сигнала транспортного потока и модуляцию DQPSK поднесущей 5,85 МГц. Ступенчатым аттенюатором изменяют уровень поднесущей в комбинированном сигнале SECAM/NICAM. Звукомикшером устанавливают уровень звуковых сигналов на входе модулятора NICAM. Он также обеспечивает согласование несимметричного выхода RCA проигрывателя DVD с симметричным входом XLR модулятора.

На звуковой вход канального модулятора для получения монофонического звука приходит либо аналоговый сигнал L+R с проигрывателя DVD, либо тоновые колебания частотой 1 кГц со звукового генератора. Это позволяет на слух заметить момент выключения декодеров NICAM, когда уровень сигнала стереозвука оказывается ниже их порога срабатывания.


Рис. 3

Сформированный канальным модулятором радиосигнал SECAM/NICAM на несущей частоте 59,25 МГц 2-го телевизионного канала через усилитель, аттенюатор и разветвитель поступает на тестируемый телевизор или видеомагнитофон. Аттенюатор служит для изменения уровня сигнала, который контролируется измерителем, определяющим относительные уровни его составляющих. Анализатор спектра также позво-



Рис. 4

ляет проконтролировать сигнал SECAM/ NICAM и уровни несущих изображения и аналогового звука на входе тестируемого телевизора или видеомагнитофона. Вид спектра радиосигнала SECAM/NICAM, полученный с выхода анализатора спектра, представлен на **рис. 5**. На нем квадратом с цифрой 1 помечены составляющие сигнала NICAM. Контрольный цветной телевизор с декодером NICAM обеспечивает непрерывное визуальное и слуховое наблюдение за сквозным каналом.

Объектами испытаний послужили 27 цветных телевизоров, видеомагнитофонов и рекордер DVD отечественного и импортного производства, в том числе шесть аппаратов со встроенными декодерами NICAM, правда, один из них отказался принимать стереозвук (видимо, из-за дефекта), хотя возможность заявлена. Все они перечислены в **табл. 4**. Такой набор представляет практически все типы аппаратов, находящихся в пользовании у населения.

Как уже указано, целью испытаний было уточнение оптимальных значений уровня поднесущей 5,85 МГц при передаче стереозвука по системе NICAM-728 в телевизионном радиосигнале SECAM-D/K для обеспечения максимальной зоны уверенного приема стереозвука при отсутствии заметных помех на экранах отечественных и импортных телевизоров. Поэтому при испытаниях измеряли максимально допустимые уровни поднесущей NICAM относительно пикового уровня несущей изображения, при которых помехи изображению и звуку в тестируемых телевизорах определяли по экспертной оценке, а также минимальные уровни цифровой поднесущей, обеспечивающие нормальную работу декодера NICAM в телевизорах и видеомагнитофонах Hi-Fi.

Не будем обременять читателей подробным описанием методик определения указанных уровней. Однако отметим, что кодер SECAM формировал стандартный видеосигнал по ГОСТ 7845—92, а в модуляторе NICAM-728 устанавливали рекомендованные международными документами параметры модуляции.

Анализатором спектра контролировали относительные уровни несущих изображения и аналогового звука, устанавливаемые в модуляторе SECAM-D/K, на соответствие требованиям того же ГОСТа: уровень несущей звука должен быть ниже на 10 дБ относительно уровня несущей изображения, который при испытаниях имел значение 3 мВ, т. е. 70 дБ (мкВ).

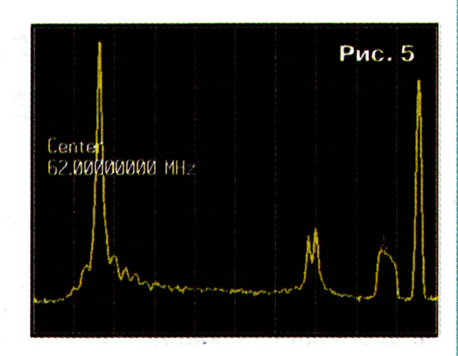


Рис. 5

Кроме того, при определении максимально допустимых уровней цифровой поднесущей в аппаратах с декодерами NICAM устанавливали режим приема монофонического звука. Помехой считалось любое изменение изображения или монофонического звука при включении цифровой поднесущей.

При определении минимальных уровней поднесущей NICAM аппараты с такими декодерами переключали в режим приема стереозвука. Пороговым значением считался уровень поднесущей, соответствующий моменту перехода декодера в монорежим, плюс 1 дБ. При этом обеспечивается надежная работа в стереорежиме.

В исследованиях была применена методика субъективной (экспертной) оценки качества изображения и звука в соответствии с рекомендацией ITU-R BT.500. Их оценивали по степени заметности помехи: отлично (5 баллов) — незаметна; хорошо (4) — заметна, но не мешает; удовлетворительно (3) — немного мешает; плохо (2) — мешает; очень плохо (1) — сильно мешает. Экспертами привлекали как специалистов, так и неквалифицированных наблюдателей (не менее трех человек).

Полученные значения уровней для всех протестированных аппаратов представлены в табл. 4.

В результате экспериментов было определено, что эфирные передачи можно вести с уровнем поднесущей NICAM –(28...30) дБ относительно несущей изображения. При этом обеспечивается надежная работа декодеров NICAM с минимальным пороговым значением –(42...51) дБ. Это хорошо согласуется с международным документом ITU-R BS.707-4, в котором для стандартов D/K, K1, L отношение пиковой мощности несущей изображения к мощности цифровой поднесущей 5,85 МГц, расположенной в спектре ниже несущей частоты аналогового звука, рекомендовано 500:1 (27 дБ). Для сравнения укажем, что для стандартов B/G, H, в которых поднесущая NICAM расположена выше несущей частоты аналогового звука, это отношение равно 100:1 (20 дБ). Кроме того, рекомендовано также понизить граничную частоту верхней боковой полосы видеоспектра для стандартов D/K, K1 до приблизительного значения 5,1 МГц. Следовательно, необходимо сделать соответствующие изменения в ГОСТ 7845—92.

Таблица 4

Модель телевизора, видеомагнитофона Hi-Fi, рекордера DVD	Уровень поднесущей, дБ			
	Пороговое значение	При оценке изображения		
		Удовл.	Хорошо	Отлично
Видеомагнитофоны Hi-Fi/рекордер DVD				
JVC — HR-S8955	–42,9	–19,0	–20,0	–25,2
THOMSON — 6600	Нет стереозвука	–25,4	–27,3	–28,3
PHILIPS — DVDR-75/021	–51	–23,0	–26,0	–29,1
Современные телевизоры				
PHILIPS — 32W-9545/58	–46,2	—	–19,3	–23,9
PHILIPS — 29PT-9113/58	–45,7	–23,8	–25,8	–28,1
SAMSUNG — CS-25M6SQ	–42,2	–21,3	–23,0	–25,5
SAMSUNG — CS-21T4WTQ		–22,0	–26,8	–27,9
SAMSUNG — CS-2118P		–24,6	–26,8	–29,2
SONY — KV-XR29M80		—22,0	—26,6	—28,0
SONY — KV-1CT1K		–22,3	–24,9	–26,0
SONY — KV-14CT1K		–22,7	–24,6	–28,2
LG — CT-29Q121P		–19,4	–24,3	–25,8
РУБИН — 51М10		–24,9	–25,4	–28,4
РУБИН — 55М06		–24,0	–25,0	–26,0
ГОРИЗОНТ — 70CTV-698E-1-32		–22,5	–26,6	–28,2
ГОРИЗОНТ — 55CTV-678-1-1		–25,5	–27,8	–30,0
ГОРИЗОНТ — 37CTV-664		–24,0	–26,0	–27,0
ROLSEN — C2519		–24,8	–26,9	–29,0
ROLSEN — 21R9S		–24,9	–27,3	–29,1
ROLSEN — C141		–21,2	–24,0	–26,0
POLAR — 63CTV3052		–23,5	–28,4	–29,5
POLAR — 54CTV3068		–22,2	–25,9	–27,0
POLAR — 37CTV3150		–22,0	–25,0	–27,0
СОКОЛ — 51ТЦ7262		–21,8	–25,1	–26,0
Телевизоры выпуска 70 — 90-х гг.				
РАДУГА — 716 (УЛПЦТИ)		–24,3	–26,8	–29,0
РУБИН — Ц202 (УПИМЦТ)		–24,9	–26,6	–29,4
ЭЛЕКТРОН — 61ТЦ451D (4УСЦТ)		–24,0	–28,1	–30,9

Редактор — А. Михайлов, графика и фото — авторов

Минимизация гармонических искажений в ламповом усилителе

Е. КАРПОВ, г. Одесса, Украина

В статье рассмотрены результаты исследований линейности лампового каскада с источником тока в анодной цепи. Приведены параметры электрических режимов для ряда усилительных триодов, обеспечивающие наивысшую линейность, и показаны характерные спектры искажений сигнала в этих режимах работы. Даны рекомендации по использованию исследованных ламп.

Исследование потенциальной линейности лампового каскада преследовало несколько целей. Предполагалось объективно подтвердить целесообразность использования источников тока в качестве анодной нагрузки лампы и, таким образом, поколебать уверенность противников такого подхода и укрепить веру его сторонников. Мне хотелось еще раз проверить правильность ряда рекомендаций по выбору режима работы предварительных каскадов, приведенных в [1], где подробно описан каскад с источником тока и приведена методика расчета самого каскада и источника тока. Надеюсь, что результаты моей работы облегчат выбор типа лампы и ее рабочего режима всем радиолюбителям и аудиофилам.

В отличие от предыдущей статьи [2], где испытания многих ламп проводились в режимах, отличавшихся от реальных, полученные результаты можно сразу использовать на практике. В процессе работы были оптимизированы режимы работы лампы в каскаде с источником тока в анодной цепи, обеспечивающие максимальную линейность. Предположительное назначение каскада — работа в цепях предварительного усиления усилителей мощности; это определило перечень испытываемых ламп и величину выходного напряжения, при котором производились измерения.

Измерения параметров проводились в каскаде по схеме, показанной на **рис. 1**. Фактически схема уже описана [3, 4], каскад дополнен элементами регулирования тока лампы и напряжения смещения. Для исключения влияния входного сопротивления измерительного оборудования использован измерительный буферный усилитель, имеющий очень высокое входное сопротивление и линейность. Обращаю внимание на это условие: в реальных устройствах наилучшие результаты достигаются при использовании катодного повторителя в качестве последующего каскада.

В качестве источника сигнала был использован генератор Г3-118, а к выходу буферного усилителя (А1) подключались измеритель нелинейных искажений (ИНИ) С6-9 и спектроанализатор HP-3585A.

Диапазон изменения рабочих токов лампы ограничен снизу необходимыми частотными свойствами каскада, а сверху — допустимой мощностью рассеяния на аноде.

В общем случае верхнюю граничную частоту каскада (по уровню спада на 3 дБ) можно определить по формуле

$$f_{гр} = 1/(2\pi C_\Sigma R'),$$

где C_Σ — полная емкость, включенная параллельно нагрузке (в том числе и выходная емкость лампы), R′ — полное эквивалентное сопротивление, включенное параллельно анодной цепи лампы по переменному току.

Частотные свойства каскада определялись для нагрузки в виде катодного повторителя. В этом случае емкость нагрузки очень мала, а полное эквивалентное сопротивление R′ практически равно выходному сопротивлению лампы в точке покоя, которое зависит от тока покоя.

Измерения проводились следующим образом: устанавливался минимальный (предварительно рассчитанный) рабочий ток лампы, напряжение на аноде лампы выбиралось в интервале 100...150 В при эффективном значении выходного напряжения каскада 6 В. Далее, изменением напряжения смещения $U_{см}$ минимизировался коэффициент гармоник выходного напряжения. Процедура поиска минимума гармоник повторялась для больших значений рабочего тока лампы, и в результате получалось несколько рабочих точек, претендующих на оптимальность; в этих точках поведение каскада исследовалось более подробно. Для ламп, имеющих PSpise модели, диапазон поиска оптимального режима был меньше благодаря предварительному моделированию режимов работы на компьютере.

Оптимальной считается рабочая точка, обеспечивающая наивысшую линейность каскада при наименьшем токе покоя. Имеется в виду следующее: если минимальный уровень гармоник регистрировался при нескольких значениях тока покоя, то оптимальным считался наименьший из них. Режим покоя лампы, соответствующий оптимальной точке, определяется двумя параметрами: напряжением на аноде лампы (U_{A0}) и током катода лампы (I_{K0} — он измерялся по падению напряжения на прецизионном резисторе R_K) в отсутствие сигнала.

В процессе исследования разных типов ламп был обнаружен один любопытный эффект, как мне кажется, не описанный нигде ранее. Оказалось, что для разных типов ламп характер изменения спектра искажений выходного сигнала, в зависимости от небольших изменений режима по постоянному току, существенно различается. Причем речь идет не о заходе в область малых токов и напряжений, где лампа существенно нелинейна и такие отличия вполне ожидаемы, а в рабочей области, где ничто не предвещает таких аномалий. Эффект носит устойчивый характер и мало зависит от конкретного экземпляра лампы. Было исследовано 18 типов ламп (в эту статью вошел не весь материал), и если лампа вела себя определенным образом, то испытание другого взятого наугад экземпляра давало приблизительно ту же картину.

Поэтому я решил добавить к характеристикам лампы еще один субъективный параметр, характеризующий *стабильность спектра гармоник* выходного сигнала в зависимости от режима лампы по постоянному току (в дальнейшем, просто стабильность). Условно было введено три градации стабильности — "низкая", "средняя", "высокая".

Для ламп, имеющих высокую стабильность, характерно малое изменение спектра выходного сигнала при изменении режимов по постоянному току в широких пределах. Ярким представителем такой группы ламп является лампа 6Н8С: изменение ее режима по постоянному току приводит лишь к незначительному (на 1,5...2,5 дБ) изменению уровня второй гармоники, а высшие гармоники не появляются. Возможно, это одна из причин горячей любви аудиофилов к этой лампе; она прощает все мыслимые и немыслимые ошибки проектирования.

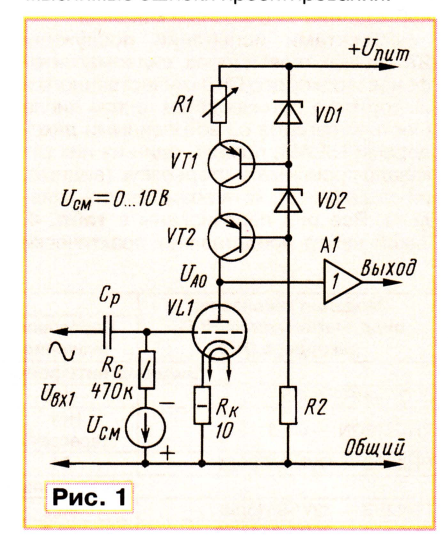


Рис. 1

Лампы со средней стабильностью реагируют на изменение режима по постоянному току более остро, но прогнозируемо. Например, при понижении анодного напряжения изменения в спектре выходного сигнала становятся заметными очень скоро: уровень второй гармоники растет, появляются высшие гармоники. Чем дальше отход режима от оптимальной точки, тем выше уровни гармоник и больше их число.

Лампы с низкой стабильностью резко изменяют характер спектра выходного сигнала при относительно небольших изменениях режима по постоянному току и иногда имеют несколько рабочих зон с крутым переходом между ними. Характерным примером может служить лампа 6С3П. При изменении анодного напряжения всего на 6 % лампа резко меняет характер спектра: высшие гармоники исчезают, уровень второй гармоники увеличивается и при дальнейшем увеличе-

E-mail: audio@radio.ru тел. 208-83-05

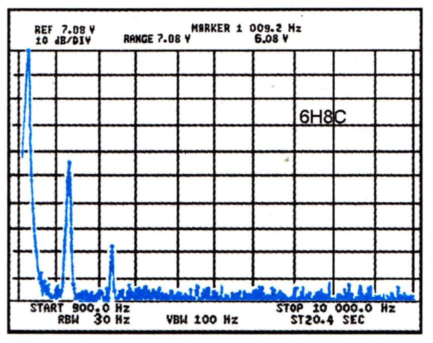


Рис. 2

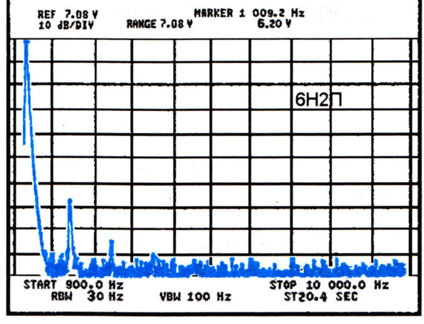


Рис. 6

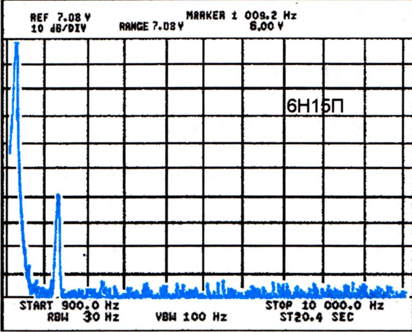


Рис. 10

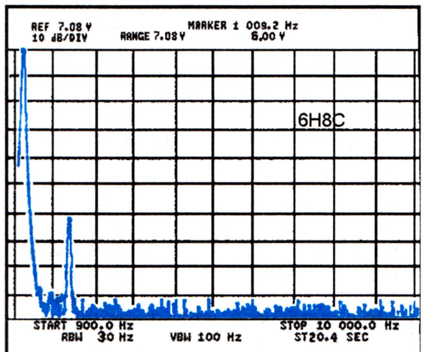


Рис. 3

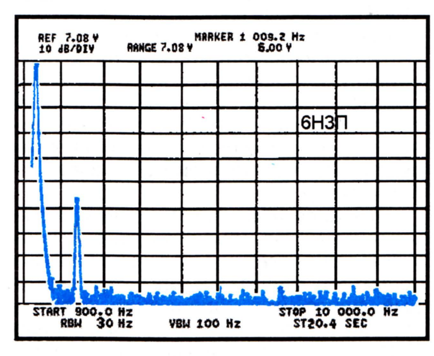


Рис. 7

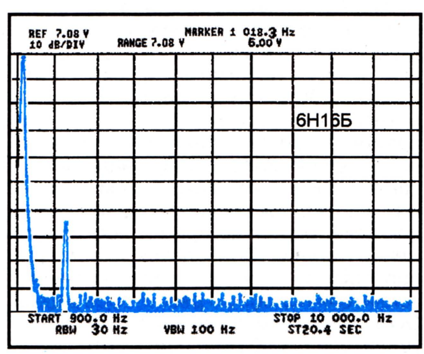


Рис. 11

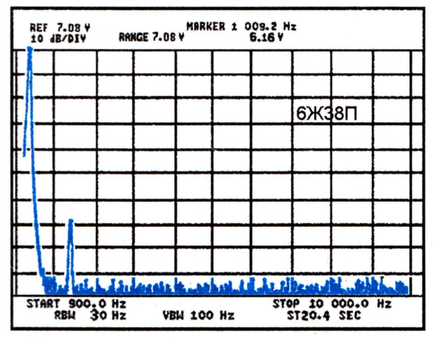


Рис. 4

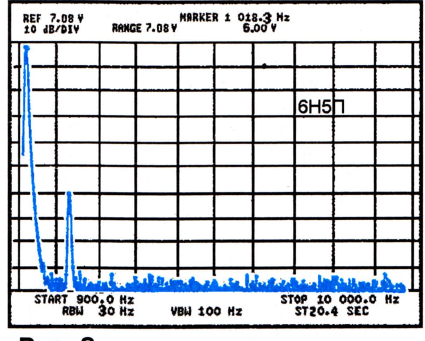


Рис. 8

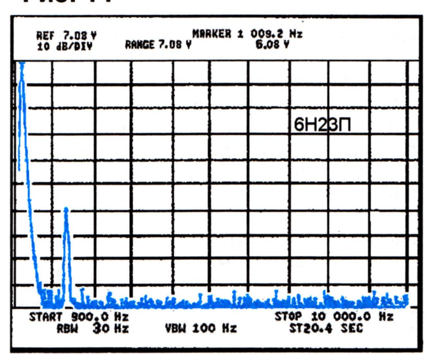


Рис. 12

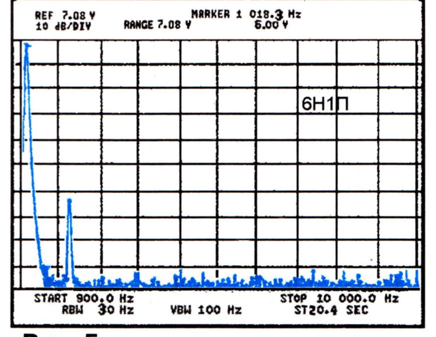


Рис. 5

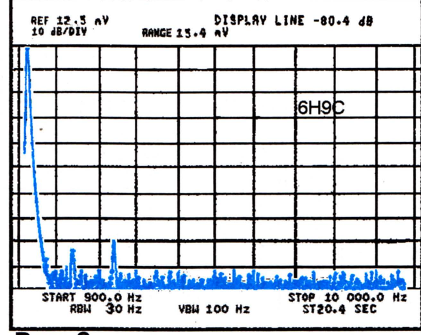


Рис. 9

нии анодного напряжения меняется мало. Когда лампа находится в зоне низкой стабильности, как правило, достигается минимальный коэффициент гармоник и лампа чрезвычайно чувствительна к режиму по постоянному току, незначительным изменением режима можно эффективно управлять уровнем и соотношением амплитуд гармоник. Для некоторых типов ламп приведены характеристики обоих режимов работы.

Отдельно исследованы возможности работы ламп при низком анодном напряжении. Периодически появляющиеся рекомендации по использованию в резистивном каскаде обычных ламп при низком анодном напряжении, мягко говоря, ничем не обоснованы. Использование источника тока в анодной цепи является одной из возможностей реализовать такой режим работы каскада с достаточным усилением и удовлетворительными частотными свойствами, без захода в режим "микротоков". Для ламп, которые приемлемо, на мой взгляд, работали в таких режимах, указаны соответствующие параметры.

На **рис. 2** приведен спектр выходного сигнала резистивного каскада на лампе 6Н8С (я специально привожу пример изменения параметров каскада с этой лампой, так как она считается одной из самых линейных). Лампа работает приблизительно в том же режиме (*тот же экземпляр*), что и в каскаде с источником тока (U_{A0}=187 В, I_{K0}= 4,7 мА), сопротивление анодного резистора равно 20 кОм. Это значение было выбрано в соответствии с часто встречающимися рекомендациями: принимать его сопротивление в 2...3 раза больше внутреннего сопротивления лампы в точке покоя. Для этой лампы внутреннее сопротивление при токе 4,7 мА равно 9150 Ом. Сравним спектрограммы: применение источника тока (**рис. 3**) привело к уменьшению уровня второй гармоники почти в десять раз, третья гармоника исчезла вовсе!

Окончание см. на с. 37

Входной модуль микшерного пульта

Э. КУЗНЕЦОВ, г. Москва

В статье предложены некоторые варианты входного модуля для любительского микшерного пульта. Описание этой конструкции, вызвавшей интерес наших читателей, было опубликовано в журнале "Радио", 2003, № 2, 3. Автор сконструировал еще несколько модулей, которые могут использоваться в составе этого пульта.

При налаживании входных блоков для модульного пульта [1, 2] оказалось, что разные экземпляры микросхем К548УН1А имеют довольно большой разброс параметров и требуют настройки. Обычно на выходах двух усилителей микросхемы постоянное напряжение заметно отличается и ограничение одной полуволны сигнала наступает значительно раньше, чем другой. Из-за этого уменьшается запас по перегрузке, особенно при низком напряжении питания. Приходится заниматься настройкой каждого микрофонного усилителя подбором резисторов в цепи ООС. При этом в дифференциальном усилителе неизбежно нарушается симметричность входа, т. е. мы лишаемся одного из основных достоинств такого микрофонного усилителя. К тому же ток, потребляемый только одной микросхемой, достигает 15 мА, что много для многоканального пульта, если питать его от батарей. В модульной конструкции пульта блоки легко заменяются, что позволяет по необходимости их совершенствовать.

Предлагается еще один вариант входного универсального усилителя с транзисторным микрофонным усилителем (МУ) и линейным усилителем (ЛУ) на ОУ широкого применения. Применять такие ОУ в микрофонном усилителе обычно не удается, поскольку они не могут обеспечить приемлемые шумовые характеристики. Приходится ставить на входе малошумящие транзисторы и даже выносить транзисторный каскад к микрофону, передавая по проводам уже усиленный сигнал [3]. В последнем варианте возникают сложности, связанные с необходимостью подать напряжение на транзисторный каскад и при этом сохранить симметричность входа.

Эти проблемы легко решить, если вспомнить, как обычно подается фантомное питание на вход микрофонного усилителя. Ведь резисторы, через которые фантомное напряжение питания микрофона подключено одновременно к обоим входам дифференциального операционного усилителя (через разделительные конденсаторы), могут играть роль коллекторной нагрузки транзисторов еще одного предварительного дифференциального усилителя. Этот предварительный усилитель можно размещать на той же плате и вынести к микрофону, так как питание его уже есть (включено вместо фантомного), симметрия входа сохранена. Сигнал с коллекторов транзисторов подается по двум проводам микрофонного кабеля, а оплетка служит общим проводом. Достаточно подать небольшое напряжение смещения с коллекторов на базы транзисторов, и получается очень неплохой микрофонный усилитель. Операционный же усилитель может использоваться как линейный. Весь модуль потребляет ток не более 10 мА. Два варианта схемы такого входного усилителя показаны на **рис. 1**.

Отличаются варианты только выходами. В первом из вариантов (рис. 1,а) есть общий регулятор выходного уровня и сигнал подается сразу на обе выходные линейки пульта, во втором (рис. 1,б) — на выходе установлен регулятор "Панорама". Два регулятора просто не размещаются на передней панели. Да и необходимости в этом нет: для стереофонического сигнала есть свой модуль линейного усилителя, у которого уровень сигнала и тембр регулируются сразу одновременно в обоих каналах (на микросхеме TDA1524A или улучшенной — LM1036) и регулятор "Панорама" предусмотрен. Поэтому и печатная плата (**рис. 2**) предлагается только для первого варианта.

Линейный усилитель (DA1.1) собран на счетверенном ОУ TL074 (TL084, КР1401УД4). Остальные ОУ используются в регуляторе тембра (DA1.2), индикаторе перегрузки (DA1.3) и в выходном каскаде (DA1.4). Усиление изменяется примерно в 10 раз переменным резистором R16. Расчет простого дифференциального усилителя с регулировкой усиления одним резистором достаточно прост [4]:

$K_{ус} = (R11+R12)/R8+2(R11\times R12)/(R8\times R_p)$;

R_p = R16+R15, R8 = R9, R11 = R12 = = R13 = R14 = 10 кОм.

Сопротивление R_p изменяется в интервале 1...48 кОм. Соответственно усиление регулируется в пределах 5,6...0,6. Конечно, можно выбрать и другой диапазон регулировки. Обращаем внимание на то, что многие отечественные переменные резисторы могут иметь заметное остаточное сопротивление между выводами подвижного контакта и крайних выводов резистора при соответствующих крайних положениях регулятора. Конечно, диапазон регулирования при этом сокра-

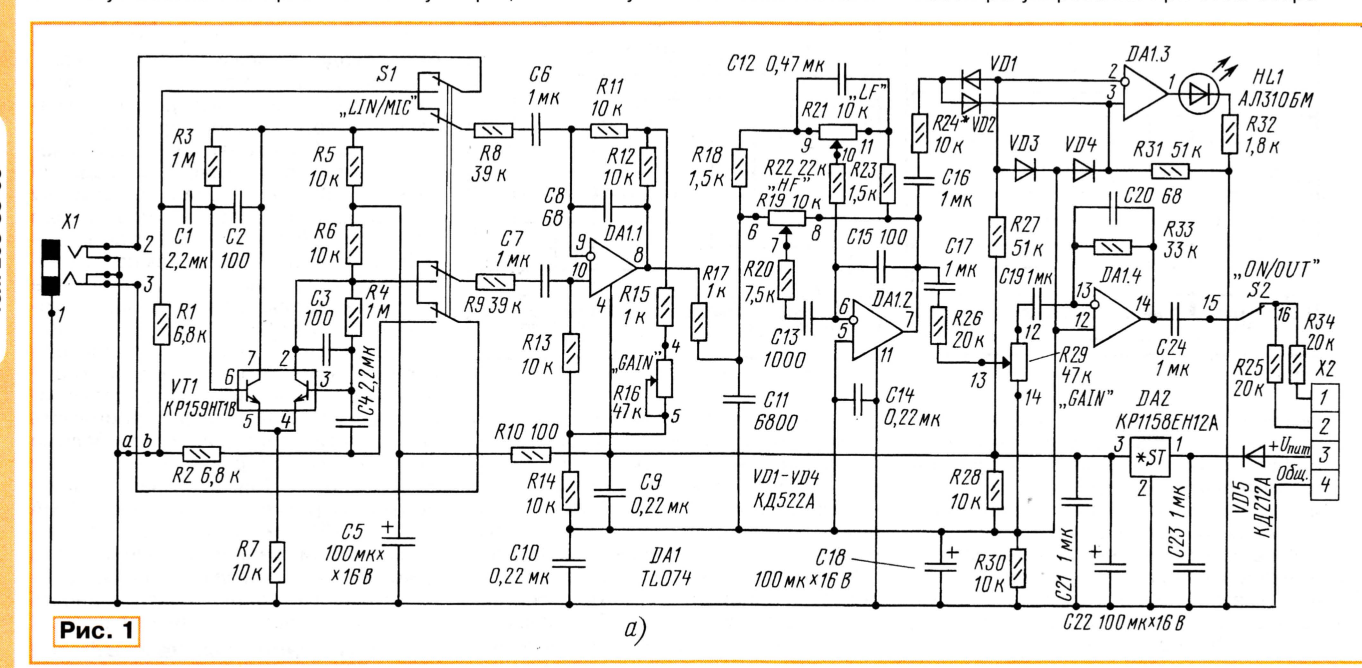
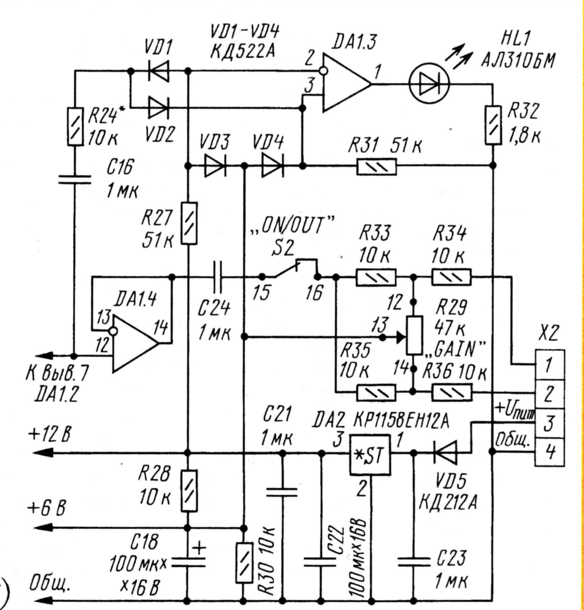


Рис. 1

Рис. 2

щается. Необходимо помнить, что напряжение питания микросхемы всего 12 В и напряжение неискаженного выходного сигнала немного превышает 2,5 В (3 В при $K_г$ = 1 %). Для получения нормированного выходного значения 250 мВ на вход можно подавать сигнал с напряжением 45...450 мВ. Для сигналов с большим напряжением придется пользоваться выходным регулятором усиления R29.



Основное усиление дает МУ. В нем можно применить малошумящие транзисторы (например, КТ3102Е), подобрав пару с одинаковыми параметрами, но проще поставить транзисторные сборки КР159НТ1В либо КР159НТ1Е. Начальное усиление МУ задается выбором сопротивления резистора R7. Если наибольшей чувствительности модуля соответствует сигнал с уровнем 1 мВ, то общее максимальное усиление ($K_{ус\ лу}$ = 5,6) должно достигать 250, а МУ — около 50.

Измерения усиления МУ на транзисторах с $h_{21э}$ = 220 показали, что при R7 = 560 Ом $K_{ус\ му}$ достигает 250, при 10 кОм — 110, при 24 кОм — 64, при 470 кОм — 4,6. Кстати, подобное изменение параметра достаточно для несложных автоматических регуляторов уровня.

Входные резисторы R1, R2 определяют входное сопротивление МУ и позволяют при необходимости удалить соединение их общей точки с общим проводом, чтобы подать на нее фантомное питание. Конденсаторы C2, C3 помогают уменьшить нежелательные высокочастотные помехи. Переключатель S1 разделяет микрофонный и линейный усилители, поэтому ничто не мешает выполнить МУ в виде выносной платы, размещаемой внутри корпуса динамического микрофона.

Лабораторные измерения параметров нескольких входных модулей (включались в тракт поочередно по одной линейке) показали, что при наибольшем усилении уровень интегральных шумов на выходе пульта составлял −62...−65 дБ по отношению к нормированному значению. При этом коэффициент гармоник $K_г$ составлял менее 0,1 %. Увеличение уровня входного сигнала приводило к росту нелинейных искажений. Так, при $U_{вх}$ = 6...7 мВ уровень $K_г$ достигал 0,3 %, а при $U_{вх}$ = 16 мВ — 1 %. Из-за низкого напряжения питания перегрузочная способность МУ невелика, но для динамических микрофонов она вполне достаточна в большинстве случаев.

Все отверстия на лицевой панели модуля и места крепления платы полностью совпадают с модулем, описание которого приводилось ранее [2]. На входе установлен разъем X1 JACK 6,3. К входу с помощью переключателя S1 подключается либо микрофонный, либо линейный усилитель.

Регуляторы тембра позволяют изменять усиление на частотах 50 Гц и 10 кГц не менее чем на ±12 дБ. Чувствительность компаратора, регистрирующего превышение амплитудой сигнала любой полярности заданного значения ("Перегрузка"), можно изменять подбором резистора R24.

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

Этот модуль можно использовать как независимый одноканальный пульт с линейным выходом. Достаточно поместить его в корпус и подать питание от сетевого адаптера. При включении модуля в пульт, имеющий общий стабилизатор, излишними становятся стабилизатор DA2 и защитный диод VD5 (см. рис. 1,б). Вместо них на плате впаивают перемычки.

Если применять регулировочные резисторы СП3-33-32, то их можно устанавливать прямо на плате. Тогда уголки крепления платы к лицевой панели не очень нужны. Но без них не обойтись при применении переменных резисторов СП3-4 или импортных, которые придется крепить на лицевой панели и соединять с платой проводами.

Нет необходимости приводить подробное описание микрофонного модуля. От универсальной линейки он отличается только отсутствием переключателя S1 (нет линейного входа) и установкой вместо разъема JACK разъема CANNON, применяемого во всех профессиональных микрофонах.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Кузнецов Э.** Входные усилители с симметричным входом. — Радио, 2002, № 12, с. 16, 17.

2. **Кузнецов Э.** Любительский микшерный пульт. — Радио, 2003, № 2, с. 12—15; № 3, с. 10—12.

3. Предварительные УНЧ. Любительские схемы. Радиобиблиотечка. Выпуск 9. — М.: РадиоСофт, 2001.

4. **Гутников В. С.** Интегральная электроника в измерительных устройствах. — Л.: Энергоатомиздат, 1988.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

Импульсный блок питания для УМЗЧ

С. КОСЕНКО, г. Воронеж

Среди конструктивных особенностей ИИП нужно отметить следующее.

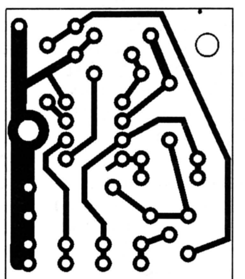
Узел ШИ-контроллера A1 (чертеж его платы — на **рис. 3**) соединен с основной платой с помощью четырехконтактного унифицированного разъема X1, подобного используемым в телевизорах УСЦТ. Крепежные винты между основной платой и теплоотводом обеспечивают его электрическое соединение с общим проводом ИИП.

Коммутирующий транзистор VT1 установлен через слюдяную пластину на ребристый радиатор размерами 70×45×24 мм. К этому же теплоотводу двумя винтами на трубчатых стойках высотой 7,5 мм крепят плату контроллера A1. Микросхему DA1, установленную в плату через переходную панель, теплоотводящей поверхностью корпуса плотно прижимают к теплоотводу. Использование теплопроводящей кремнийорганической пасты КПТ8 позволяет контроллеру отслеживать рабочую температуру транзистора и автоматически выключать ИИП в аварийных ситуациях при его перегреве. При монтаже в плату A1 транзистор VT1 запаивают с предварительно отформованными выводами так, чтобы его плоскость была параллельна поверхности платы, а металлический фланец корпуса транзистора был обращен к подсоединяемому прижимной планкой и двумя дополнительными винтами теплоотводу. Сама плата A1 также обращена к теплоотводу стороной расположения элементов. Конденсаторы C9, C10 подпаивают непосредственно к соответствующим контактам панели со стороны печатных проводников.

На основной плате оптрон U1 также установлен через переходную панель. Напряжение +35 В подается во вторичный контур регулирования через электрически соединенный с катодом диода VD6 теплоотвод, что позволило обойтись без дополнительной перемычки на печатной плате. В авторском варианте применен ребристый радиатор размерами 40×20×18 мм, такие раньше изготавливали для транзисторов П213—П217. В качестве теплоотвода можно также использовать П-образный алюминиевый прокат толщиной 1,5...2 мм размерами 100×40 мм. Диод запаивают в плату так, чтобы его металлический фланец, электрически соединенный с катодом, был обращен к теплоотводу, и затем прижимают двумя винтами. Такой же теплоотвод пригоден и для диода VD7. В дополнительном принудительном охлаждении устройство не нуждается.

Подстроечный резистор R15 — типа СП3-16В.

При выбранных оксидных конденсаторах фильтра (серии CapXon или аналогичные) требуемый уровень пульсаций выходных напряжений вполне обеспечивают стандартные высокочастотные дроссели, и нет необходимости изготавливать самодельные. В каналах 2×35 В использованы дроссели ДМ-2,4, а в каналах 2×15 В — ДМ-0,6. Все эти дроссели установлены перпендикулярно основной плате. Для дросселя L2 используют 10-миллиметровый отрезок трубчатого феррита, используемого, в частности, в названных дросселях. Через осевое отверстие в трубке продевают провод ПЭВ-2 0,72, а затем отгибают каждый из концов на 180° от первоначального положения, образуя тем самым замкнутый виток. Этот дроссель эффективно подавляет высокочастотные колебания, возникающие в трансформаторе при включении и выключении коммутирующего транзистора, а также устраняет самовозбуждение в контурах регулирования.



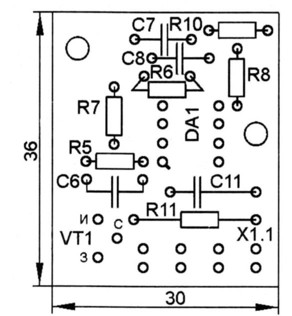


Рис. 3

Импульсный трансформатор устройства и другие его основные элементы рассчитаны с помощью специализированной программы VIPer Design Software, подробно описанной в [4]. Индуктивность первичной обмотки трансформатора на частоте преобразования 50 кГц должна соответствовать 420...450 мкГн. Печатная плата устройства вначале была спроектирована под трансформатор с магнитопроводом Ш10×10 из феррита М2500НМС1 со стандартной контактной панелью (номера выводов 1′—6′, 7—12). Но затем плата была дополнена контактными площадками 1—6.

Проблема подбора трансформатора как одного из основных элементов, определяющих надежность всего устройства, возникла у автора из-за того, что в одной из столичных фирм под видом магнитопровода Ш10×10 из феррита М2500НМС1 ему был продан магнитопровод того же типоразмера без заводской маркировки. В трансформаторе он разогревался настолько, что превышение температуры явно не укладывалось в расчетный допуск. Варьировались рабочая частота преобразования и соответственно ей число витков, порядок расположения обмоток, диаметр проводников, и все безрезультатно. По мере накопления объема отрицательных результатов созрела мысль сравнить электрическое сопротивление имеющегося магнитопровода с ферритом М3000НМС2 (Ш12×20). Результаты измерения догадку подтвердили: электрическое сопротивление, измеренное прибором Ц4341, слабо зависело от взаимного расположения прикладываемых измерительных электродов, и для материала "поддельного" магнитопровода оно составило 0,9...1,2 кОм, а для феррита М3000НМС2 — 2...3 кОм. В справочной литературе указано, что удельное электрическое сопротивление М2000НМ1 составляет 0,5 Ом·м, а М2500НМС1 (М3000НМС2) — 1 Ом·м.

В результате в одной из фирм, реализующих импортные компоненты, среди множества компонентов был выбран самый дешевый импульсный трансформатор для телевизоров SAMSUNG (децимальный номер P/N 5106-061101-00) с типоразмером магнитопровода ER42/22/15 и немагнитным зазором 1,3 мм (измеренный коэффициент индуктивности около 180 нГн на виток). Удельное электрическое сопротивление материала оказалось почти таким же, как у феррита М3000НМС2 (Ш12×20). Для использования в ИИП такого и других готовых трансформаторов выполняют следующие технологические операции.

Окончание.
Начало см. в "Радио", 2004, № 3

Перед разборкой с трансформатора снимают электростатический экран, а затем полностью погружают в ацетон или другой растворитель и выдерживают в нем трое суток. После такой операции каркас с обмотками должен без прикладывания значительных усилий перемещаться вдоль центрального стержня магнитопровода. Этот магнитопровод зажимают в тиски через картонные прокладки со стороны, противоположной выводам. Двумя мощными паяльниками разогревают до 100...120 °С места склейки стыков двух половинок магнитопровода, и через П-образную оправку наносят несильный удар молотком по каркасу с обмотками в сторону выводов трансформатора. В результате удара половинки магнитопровода должны разъединиться. Остается перемотать обмотки в соответствии с приведенными в статье данными. Значительный запас в сечении окна магнитопровода позволяет применить обмоточные провода большего диаметра и при необходимости увеличить выходную мощность ИИП.

Не исключено также применение трансформатора с магнитопроводом Ш12×20×21 из феррита М3000НМС2, используемого в импульсных блоках питания телевизоров УСЦТ. Причем выходную мощность ИИП в этом случае можно значительно повысить без переделки электрической части устройства. Но трансформатор на номинальную мощность 120 Вт (максимальную 180...200 Вт) придется рассчитывать по рекомендациям Ю. Семенова [2]. В такой модификации некоторые элементы на плате придется немного сместить.

На магнитопровод от импульсного трансформатора БП телевизора SAMSUNG, использованный автором, сначала укладывают 17 витков в два провода ПЭВ-2 0,57 (обмотка Iа), затем после межобмоточной изоляции наматывают обмотки IVб и IVа (второй и третий слои — по 21 витку каждый) проводом ПЭВ-2 1,0, и опять межобмоточную изоляцию. В четвертом слое в два провода ПЭВ-2 0,41 "вразрядку" — 9 витков обмоток IIIб и IIIа. После межобмоточной изоляции 5-й слой — 8 витков проводом ПЭВ-2 0,12 (опять "вразрядку") обмотки II. 6-й и 7-й слои — это обмотка Iб, состоящая из 17 и 16 витков соответственно в два провода ПЭВ-2 0,57. Секции Iа и Iб первичной обмотки соединяют пайкой соответствующих выводов на контакте 2 (2′), который укорачивают на несколько миллиметров, чтобы он не мешал установке трансформатора на плату. Вывод 2 в плату не запаивают. После склеивания магнитопровода на готовом трансформаторе устанавливают экран — виток медной фольги шириной 15 мм, закрывающий среднюю часть катушки.

Как показали эксперименты с другими магнитопроводами, при использовании магнитопровода Ш10×10 (М2500НМС1) с немагнитным зазором около 1 мм число витков в обмотках будет таким же, как и для "корейского" магнитопровода. Более того, конструктивный немагнитный зазор 1 мм на центральном керне вполне допустимо заменить прокладками из гетинакса толщиной 0,5 мм между боковыми стержнями обычного магнитопровода. При этом индуктивность рассеяния трансформатора увеличивается от 4 до 6 мкГн, но обусловленный ею выброс напряжения на стоке в момент выключения коммутирующего транзистора IRFBC40 еще далек от предельного для него значения 600 В.

Налаживание ИБП

Если монтаж устройства выполнен без ошибок и использованы исправные элементы, его налаживание сводится к установке выходного напряжения (выбору рабочего режима оптрона). Однако полностью исключать вероятность неработоспособности ИИП при первом включении нельзя, поэтому рассмотрим процесс налаживания подробнее. Приводимые здесь сведения будут полезны и при налаживании самостоятельно спроектированного ИИП с другими выходными напряжениями.

Прежде всего, перед установкой полевого транзистора убеждаются в его исправности. О том, как это сделать, подробно рассказывалось, например, в [5] и других публиковавшихся в журнале статьях.

Затем с помощью универсального прибора для проверки ИИП [5] при отключенном узле контроллера А1 проверяют правильность фазировки обмоток трансформатора и работоспособность выходных выпрямителей. Чтобы рабочая частота прибора соответствовала требуемой частоте преобразования (50 кГц), достаточно к имеющемуся в устройстве частотозадающему конденсатору 220 пФ подпаять параллельно еще один конденсатор емкостью 120 пФ. Выходные напряжения ИИП при этом будут примерно соответствовать требуемым. На выходе устройства включают резисторы, сопротивления которых приблизительно эквивалентны половинной нагрузке. В каждом из каналов 2×15 В это могут быть лампы накаливания с рабочим током 0,1...0,2 А, позволяющие визуально контролировать появление выходных напряжений. В каналах 2×35 В в качестве нагрузки используют по два последовательно соединенных резистора сопротивлением 33 Ом (ПЭВ на 25 Вт).

Следующий этап — проверка исправности контроллера и контроль функционирования ИИП с первичным контуром регулирования, для чего временно отключают вторичный контур, установив движок резистора R15 в нижнее по схеме положение и вынув из панели оптрон U1.

При налаживании ИИП необходимо постоянно контролировать выходное напряжение вольтметром. Его значение 36 В является предельно допустимым для микросхемы DA2, и обратное напряжение на выпрямительных диодах VD6, VD7 также приближается к максимально допустимому. Для выявления запаса электрической прочности устройства автор преднамеренно на несколько минут это напряжение увеличивал до 45 В. Но длительная эксплуатация ИИП в таком режиме невозможна из-за резкого снижения надежности.

Для проверки исправности микросхемы DA1 и контроля работоспособности первичного контура регулирования к точкам включения резистора R3 (его временно исключают) припаивают реостатом "технологический" подстроечный резистор с номиналом 22—33 кОм, движок которого установлен в положение максимального сопротивления, а к конденсатору С13 на это время припаивают маломощный стабилитрон на 18 В, который ограничит напряжение питания контроллера.

При вынутом из разъема X1 узле А1 на плюсовой вывод конденсатора С13 от лабораторного источника питания (ЛИП) подают стабилизированное напряжение +17,5 В, что необходимо для гарантированного включения микросхемы DA1. Не подключая ИИП к сети, вращением движка технологического резистора на контакте 3 разъема X1 устанавливают напряжение равным +2,5 В. После этого вставляют в разъем узел А1 и с помощью осциллографа контролируют наличие импульсов на затворе коммутирующего транзистора VT1. При необходимости подбором цепи R6C8 регулируют частоту следования коммутирующих импульсов. Если импульсы отсутствуют, заменяют микросхему DA1.

На следующем этапе уменьшают напряжение ЛИП до +15 В, технологическим резистором восстанавливают напряжение +2,5 В на контакте 3 разъема X1, затем ЛИП отключают и подключают ИИП к сети. Возрастание напряжения питания микросхемы происходит по мере зарядки конденсатора С13 относительно медленно, и между подачей сетевого напряжения и моментом ее включения отчетливо заметен временной интервал в 0,5...2 с. Возможно, для некоторых образцов микросхем КР1033ЕУ10 (UC3842, KA3842) напряжение питания микросхемы не будет достигать требуемого для включения микросхемы порогового значения 14,5...17,5 В ("застынет", например, на +14 В), и тогда потребуется уменьшение сопротивления резистора R9.

Плавным перемещением движка технологического резистора убеждаются в возможности регулирования выходного напряжения ИИП. На этом проверку исправности микросхемы DA1 и контроль работоспособности первичного контура регулирования завершают и переходят к налаживанию вторичного контура регулирования.

В панель для оптрона U1 устанавливают любой светодиод анодом к контактному выводу 1, катодом — к выводу 2. В разрыв цепи R18 — вывод 1 оптрона включают миллиамперметр на 15...30 мА (это может быть комбинированный измерительный прибор). К выходу +35 В ИИП подключают в соответствующей полярности ЛИП с выходным напряжением 35 В (нагрузку при этом можно отключить). Резистор R18, определяющий значение максимальной выходной мощности (вдвое больше номинальной — около 150 Вт), предварительно подбирают так, чтобы при крайнем верхнем по схеме положении движка резистора R15 контролируемый ток не превышал 12 мА. Если ток существенно выше (при этом светодиод может выйти из строя, но он все же дешевле оптрона) и подстроечным резистором R15 не регулируется, заменяют микросхему DA2.

Затем вместо светодиода устанавливают оптрон и снова проверяют возможность регулирования входного тока и его максимальное значение. Если ток отсутствует, заменяют оптрон.

После этого движок резистора R15 устанавливают в нижнее по схеме поло-

жение, а минусовый вывод ЛИП подключают к выводу 2 оптрона. Плавно увеличивая от нуля выходное напряжение ЛИП, устанавливают контролируемый ток в интервале 1...2 мА. К конденсатору С13 подключают второй ЛИП и устанавливают напряжение на его выходе равным 12,5 В, при этом сетевое питание ИИП должно быть выключено. Регулировкой технологического резистора добиваются того, чтобы напряжение на контакте 3 разъема Х1 соответствовало 2,5 В. Изменяя ток излучающего диода оптрона в пределах 0,5...3 мА, убеждаются в его сильном влиянии на установленное ранее напряжение 2,5 В. Если этого не происходит, заменяют оптрон.

Снова устанавливают входной ток излучающего диода в интервале 0,5...2 мА, и технологическим резистором восстанавливают 2,5 В на контакте 3 разъема Х1, после чего отключают второй ЛИП с напряжением +12,5 В, а первый ЛИП с выходным напряжением +35 В снова подключают к выходу ИИП. Плавно перемещая движок резистора R15 (по схеме вверх), прекращают регулировку в тот момент, когда придет в движение стрелка миллиамперметра. Отключают ЛИП от блока и вместо него включают эквивалент нагрузки.

Теперь на ИИП можно снова подать сетевое напряжение. При включенной сети напряжение +35 В на выходе устройства может на десятые доли вольта отличаться от требуемого значения. Методом последовательного приближения с помощью регулировок резистора R15 и технологического резистора (они сильно взаимозависимы) устанавливают входной ток излучающего диода около 1,5 мА, а напряжение на выходе ИИП — +35 В. Замыкая выводы одного из нагрузочных резисторов (33 Ом) в цепи +35 В, контролируют уменьшение тока излучающего диода примерно на 0,5 мА, а при замыкании еще одного из нагрузочных резисторов в цепи –35 В — дополнительное уменьшение на 0,5 мА. При этом с помощью осциллографа можно наблюдать заметное двухступенчатое увеличение коэффициента заполнения коммутирующих импульсов. В заключение ЛАТРом изменяют сетевое напряжение в интервале 125...250 В. При всех изменениях резистивной нагрузки и сетевого напряжения выходное напряжение ИИП должно стабилизироваться с точностью не хуже 0,1 В.

Затем удаляют из устройства миллиамперметр, защитный стабилитрон и выпаивают технологический резистор (R3). Измеряют его действующее сопротивление и впаивают вместо него резистор с ближайшим номиналом. Убеждаются в требуемой стабильности выходного напряжения.

После этого измеряют максимальную мощность, обеспечиваемую блоком питания при номинальном напряжении сети, для чего нагрузочные резисторы сопротивлением 33 Ом подключают к выходу БП параллельно — по два на каждый канал. Ток в нагрузке контролируют амперметром на 3 А. Уменьшением сопротивления резистора R18 (в авторском варианте — до 680 Ом) добиваются того, чтобы устройство защиты включалось при токе более 2,5 А при подсоединении дополнительной нагрузки. Затем — на номинальной нагрузке — необходимо восстановить подстроечным резистором R15 изменившееся выходное напряжение +35 В. В результате при максимальной нагрузке выходное напряжение снижается на 2...3 В, в зависимости от параметров микросхемы. На этом налаживание вторичного контура регулирования закончено.

В заключение налаживания, соблюдая меры предосторожности, контролируют импульсы на стоке полевого транзистора VT1. При наличии высокочастотного самовозбуждения, которое может возникнуть, например, если замкнуть выводы дросселя L2, в контролируемой цепи помимо основных импульсов инвертора будут присутствовать узкие (длительностью около 1 мкс) импульсы помех. Их спектр настолько широк, что они затрудняют прием радиостанций даже в диапазоне УКВ приемником, расположенным в нескольких метрах от работающего ИИП. Такой способ позволяет выявить наличие самовозбуждения в устройстве "на слух", без осциллографа.

После устранения возбуждения, если таковое потребуется, увеличивают нагрузку до номинального значения и примерно через полчаса проверяют установившиеся тепловые режимы трансформатора, выпрямительного моста, коммутирующего транзистора и диодов в выходных цепях.

Если все детали исправны, температура их корпусов не должна превышать более чем на 20 °С температуру окружающей среды. Приобретенный для первого авторского варианта ИИП импортный выпрямительный мост оказался некондиционным и сильно перегревался даже на холостом ходу (в отсутствие какой-либо нагрузки, подключенной к сетевому выпрямителю). Обнаружить причину такого недостатка можно только измерением обратного тока диодов моста при напряжении около 300 В. Перегрев выпрямительного моста и его разрушение могли привести к повреждению остальных элементов сетевого выпрямителя, а вслед за ними и коммутирующего транзистора с контроллером.

Предложенный топологический вариант печатной платы устройства с некоторыми упрощениями может быть также использован при замене узла контроллера А1 его полным аналогом — импортной микросхемой VIPer100 (VIPer100A).

Об испытании ИИП

Приведенные в начале статьи параметры ИИП измерены в номинальном режиме с постоянной нагрузкой на выходах источника питания. Его максимальную мощность можно оценить по максимальному току в нагрузке по выходам +35 В и –35 В, который достигает 2,5 А при уменьшении напряжения на этих выходах приблизительно на 3 В.

Между тем, если к блоку питания подключить в качестве нагрузки УМЗЧ с большой выходной мощностью, это будет соответствовать динамическому режиму. На пиках громкости усиливаемого звукового сигнала, особенно в полосе частот 20...200 Гц, нагрузка на ИИП будет возрастать, иногда (кратковременно) превышая номинальное значение тока в несколько раз, а в паузах — ослабевать до минимума, ограниченного током покоя выходных транзисторов УМЗЧ. Очевидно, что системы автоматического регулирования в микросхеме позволяют в некоторой степени компенсировать колебания выходного напряжения, связанные с динамической нагрузкой. Но понятно, что эти возможности не безграничны, и поэтому требуется некоторый буфер между ИИП и УМЗЧ, ослабляющий резкие изменения нагрузки. В качестве такого буфера используют дополнительные конденсаторы фильтра в канале питания каждого плеча УМЗЧ.

Если сравнивать высокочастотные импульсные и обычные сетевые источники питания, можно предположить, что у первых должно быть некоторое преимущество по отношению ко вторым, связанное с возможностью использования фильтрующих конденсаторов меньшей емкости. Обычно радиолюбители в традиционных БП используют фильтрующие конденсаторы из расчета 4700 мкФ на каждые 50 Вт мощности УМЗЧ, но иногда доводят их емкость до многих десятков тысяч микрофарад. На взгляд автора, в ИИП для такого наращивания нет оснований. Ведь подпитка энергией фильтрующих конденсаторов в традиционных БП происходит с частотой 100 Гц, а в ИИП — 50 кГц! Конечно, надеяться, что в этом случае емкость выбирать можно в 500 раз меньше, не приходится, а вот выяснить некоторое их оптимальное значение необходимо. Данный вопрос был вынесен во главу угла при эксплуатационных испытаниях этого ИИП со стереофоническим усилителем.

Испытания проведены с УМЗЧ на микросхеме TDA7294 [6] по рекомендуемой производителем схеме включения. Выходная мощность УМЗЧ на номинальную нагрузку 8 Ом составляет 60...70 Вт. Каждый канал стереофонического УМЗЧ с дополнительными фильтрующими конденсаторами по 2200 мкФ был подключен к двухполярному источнику ±35 В через высокочастотные дроссели ДМ-2,4 (5 мкГн). Точно такие же дроссели использовались для подключения двухполярного источника ±15 В к темброблоку. Включение УМЗЧ происходит фактически бесшумно.

Проведенные измерения показали, что даже при максимальном уровне тонального сигнала в полосе 20 Гц... 50 кГц без заметных искажений на нагрузке 8 Ом средний потребляемый от источника ±35 В ток не превышает 1,1...1,2 А для каждого из каналов усилителя. Следует помнить, что двухтактный УМЗЧ по каждому из каналов источника питания (+35 В и –35 В) потребляет импульсный ток со скважностью, близкой к двум. За время паузы конденсаторы сглаживающих фильтров успевают восстановить заряд, обеспечивая импульсный ток нагрузки в следующем периоде сигнала. При максимальной выходной мощности УМЗЧ "просадка" напряжения относительно номинального значения не превышает 2 В. Поскольку такой режим испытаний усилителей на тональном сигнале весьма далек от реальных условий эксплуатации, в случае усиления музыкальных сигналов выходные напряжения ИИП остаются стабильными.

ЛИТЕРАТУРА

5. **Косенко С.** Универсальный прибор для проверки ИИП. — Радио, 2003, № 8, с. 39—41.

6. **Сырицо А.** УМЗЧ на микросхеме TDA7294. — Радио, 2000, № 5, с. 19—21.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

E-mail: audio@radio.ru
тел. 208-83-05

УМЗЧ С КОМПЛЕМЕНТАРНЫМИ ПОЛЕВЫМИ ТРАНЗИСТОРАМИ

А. ПЕТРОВ, г. Могилев, Белоруссия

В отверстия 5—7 платы для подключения выводов сетевого трансформатора и отверстия для перемычек установлены пистоны. Резисторы R19, R20, R22, R23 выполнены из манганинового провода диаметром 0,5 и длиной 150 мм. Для подавления индуктивности провод складывают пополам и в сложенном виде (бифилярно) наматывают на оправке диаметром 4 мм.

Катушку индуктивности L1 наматывают проводом ПЭВ-2 0,8 виток к витку по всей поверхности резистора мощностью 2 Вт (МЛТ или аналогичный).

Конденсаторы С1, С5, С10, С11 — К73-17, причем С10 и С11 распаяны со стороны печатного монтажа на выводы конденсаторов С8 и С9. Конденсаторы С2, С3 — оксидные К50-35; конденсатор С4 — К10-62 или КД-2; С12 — К10-17 или К73-17.

Полевые транзисторы с каналом n-типа (VT1, VT2) нужно подобрать с примерно таким же начальным током стока, как и у транзисторов в сборке DA1. По напряжению отсечки они не должны отличаться более чем на 20 %. Микросборку DA1 К504НТ3Б можно заменить К504НТ4Б. Возможно применение подобранной пары транзисторов КП103Л (также с индексами Г, М, Д); КП307В — КП307Б (также А, Е), КП302А либо транзисторной сборки КПС315А, КПС315Б (в этом случае плату придется переработать).

В позициях VT8, VT9 можно также использовать комплементарные транзисторы серий КТ851, КТ850, а также КТ814Г, КТ815Г (с граничной частотой 40 МГц) Минского объединения "Интеграл".

Помимо указанных в таблице, можно использовать, например, следующие пары МДП транзисторов: IRF530 и IRF9530; 2SK216 и 2SJ79; 2SK133—2SK135 и 2SJ48—2SJ50; 2SK175—2SK176 и 2SJ55—2SJ56.

Для стереофонического варианта питание на каждый из усилителей подают от отдельного трансформатора, желательно с кольцевым или стержневым (ПЛ) магнитопроводом, мощностью 180...200 Вт. Между первичной и вторичными обмотками размещают слой экранирующей обмотки проводом ПЭВ-2 0,5; один из выводов ее соединяют с общим проводом. Выводы вторичных обмоток подводят к плате усилителя экранированным проводом, а экран соединяют с общим проводом платы. На одном из сетевых трансформаторов размещают обмотки для выпрямителей предварительных усилителей. Стабилизаторы напряжения выполнены на микросхемах IL7809AC (+9 В), IL7909AC (-9 В) — на схеме не показаны. Для подачи на плату питания 2×9 В использован соединитель ОНп-КГ-26-3 (XS1).

Окончание. Начало см. в "Радио", 2004, № 4

При налаживании оптимальный ток дифференциального каскада устанавливают подстроечным резистором R3 по минимуму искажений на максимальной мощности (примерно в середине рабочего участка). Резисторы R4, R5 рассчитаны на ток около 2...3 мА в каждом плече при начальном токе стока около 4...6 мА. При меньшем начальном токе стока сопротивление указанных резисторов необходимо пропорционально увеличить.

Ток покоя выходных транзисторов в интервале 120...150 мА устанавливают подстроечным резистором R3, а при необходимости подбором резисторов R13, R14.

Импульсный блок питания

Тем радиолюбителям, кто испытывает трудности с приобретением и намоткой больших сетевых трансформаторов, для выходных каскадов УМЗЧ предлагается импульсный блок питания. Питание предварительного усилителя в этом случае можно осуществлять от маломощного стабилизированного БП.

Импульсный БП (его схема показана на **рис. 5**) представляет собой нерегулируемый автогенераторный полумостовой инвертор. Применение пропорционально-токового управления транзисторами инвертора в сочетании с насыщающимся коммутирующим трансформатором позволяет к моменту переключения автоматически выводить активный транзистор из насыщения. Это уменьшает время рассасывания заряда в базе и исключает сквозной ток, а также снижает потери мощности в цепях управления, повышая надежность и КПД инвертора.

Технические характеристики ИБП

Выходная мощность, Вт, не более	360
Выходное напряжение	2×40
КПД, %, не менее	95
Частота преобразования, кГц	25

На входе сетевого выпрямителя установлен помехоподавляющий фильтр L1C1C2. Резистор R1 ограничивает бросок тока зарядки конденсатора С3. Последовательно с резистором на плате предусмотрена перемычка Х1, вместо которой можно включить дроссель для улучшения фильтрации и увеличения "жесткости" выходной нагрузочной характеристики.

Инвертор имеет два контура положительной ОС: первый — по напряжению (с помощью обмоток II в трансформаторе Т1 и III — в Т2); второй — по току (с трансформатором тока: виток 2—3 и обмотки 1—2, 4—5 трансформатора Т2).

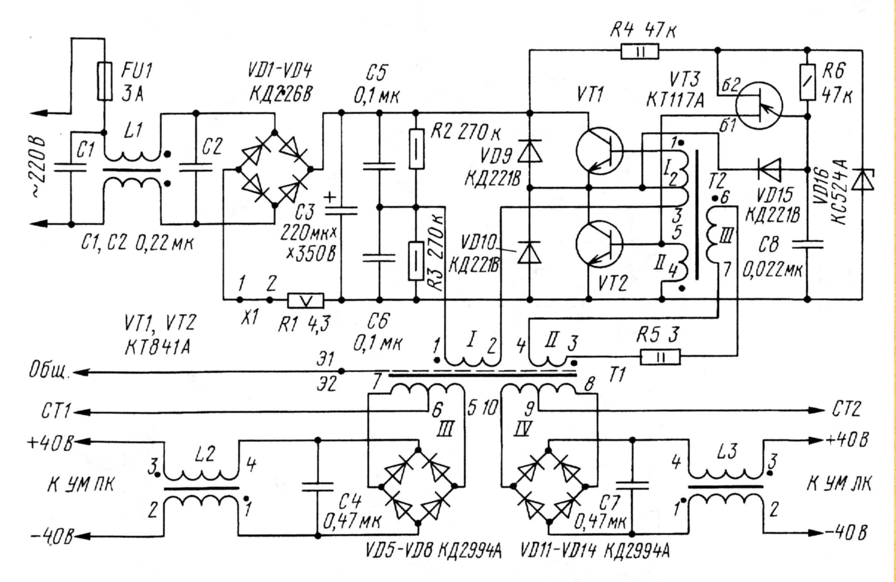


Рис. 5

Устройство запуска выполнено на однопереходном транзисторе VT3. После запуска преобразователя оно отключается благодаря наличию диода VD15, так как постоянная времени цепи R6C8 значительно больше периода преобразования.

Особенность инвертора в том, что при работе низковольтных выпрямителей на большие емкости фильтра он нуждается в плавном запуске. Плавному запуску блока способствуют дроссели L2 и L3 и в некоторой степени резистор R1.

Блок питания выполнен на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита толщиной 2 мм. Чертеж платы показан на **рис. 6**.

E-mail: audio@radio.ru тел. 208-83-05

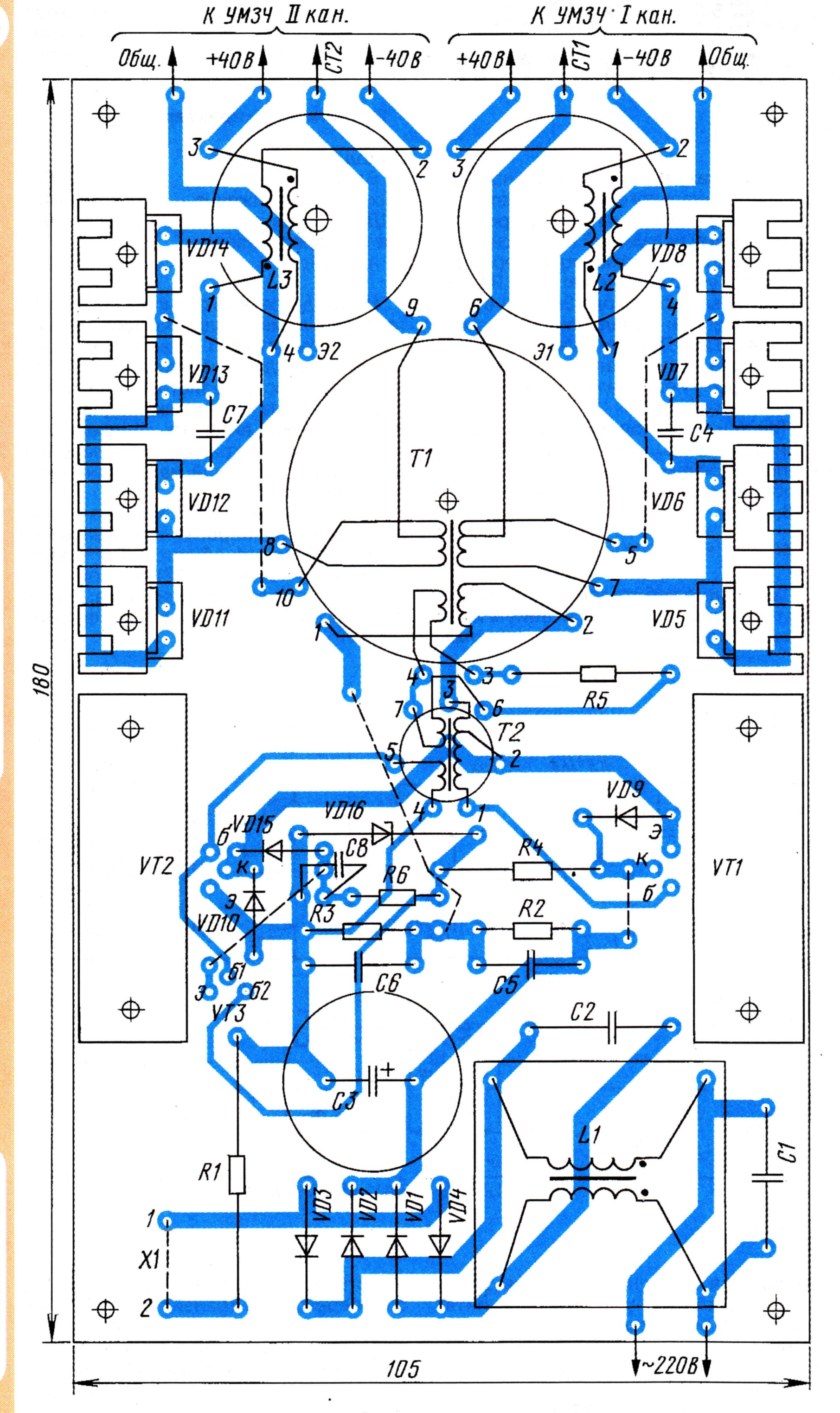


Рис. 6

Намоточные данные трансформаторов и сведения о магнитопроводах приведены в **табл. 2**. Все обмотки выполнены проводом ПЭВ-2.

Перед намоткой трансформаторов острые кромки колец необходимо притупить наждачной бумагой или бруском и обмотать лакотканью (для Т1 — сложенные вместе кольца тремя слоями). Если этой предварительной обработки не сделать, то не исключено продавливание лакоткани и замыкание витков провода на магнитопровод. В результате резко возрастет ток холостого хода и разогреется трансформатор. Между обмотками 1—2, 5—6—7 и 8—9—10 наматывают проводом ПЭВ-2 0,31 в один слой виток к витку экранирующие обмотки, один конец которых (Э1, Э2) соединяют с общим проводом УМЗЧ.

Таблица 2

Трансформатор	Обмотки	Число витков	Диаметр провода, мм	Магнитопровод
Т1	1–2 3–4 5–6, 6–7 8–9, 9–10	75 2 20 20	0,62 0,4 1,2 1,2	Два кольца К40x25x11 Феррит 2000НМ
Т2	1–2, 4–5 2–3 6–7	4 1 10	0,4 1 0,4	Кольцевой К10x6x3 Феррит 2000НМ

Обмотка 2—3 трансформатора Т2 представляет собой виток из провода диаметром 1 мм поверх обмотки 6—7, впаянный концами в печатную плату.

Дроссели L2 и L3 выполнены на броневых магнитопроводах Б30 из феррита 2000НМ. Обмотки дросселей намотаны в два провода до заполнения каркаса проводом ПЭВ-2 0,8. Учитывая, что дроссели работают с подмагничиванием постоянным током, между чашками необходимо вставить прокладки из немагнитного материала толщиной 0,3 мм.

Дроссель L1 — типа Д13-20, его можно выполнить также на броневом магнитопроводе Б30 аналогично дросселям L2, L3, но без прокладки, намотав обмотки в два провода МГТФ-0,14 до заполнения каркаса.

Транзисторы VT1 и VT2 закреплены на теплоотводах из ребристого алюминиевого профиля с размерами 55×50×15 мм через изолирующие прокладки. Вместо указанных на схеме можно использовать транзисторы КТ8126А Минского ПО "Интеграл", а также MJE13007. Между выходами БП +40 В, –40 В и "своей" средней точкой (СТ1 и СТ2) подключены дополнительные оксидные конденсаторы К50-6 (на схеме не показаны) емкостью по 2000 мкФ на 50 В. Эти четыре конденсатора установлены на текстолитовой пластине размерами 140×100 мм, закрепленной винтами на теплоотводах мощных транзисторов.

Конденсаторы С1, С2 — К73-17 на напряжение 630 В, С3 — оксидный К50-35Б на 350 В, С4, С7 — К73-17 на 250 В, С5, С6 — К73-17 на 400 В, С8 — К10-17.

Импульсный БП подключают к плате УМ в непосредственной близости к выводам конденсаторов С6—С11. В этом случае диодный мост VD5—VD8 на плате УМ не монтируют.

Для задержки подключения акустических систем к УМЗЧ на время затухания переходных процессов, возникающих во время включения питания, и отключения АС при появлении на выходе усилителя постоянного напряжения любой полярности можно использовать простейшее [10] или более сложное защитное устройство.

Редактор — А. Соколов, графика — Ю. Андреев

НОВОСТИ ЭФИРА

П. МИХАЙЛОВ (RV3ACC), г. Москва
комментатор радиовещательной компании "Голос России"

РОССИЯ

ВЛАДИВОСТОК. Профсоюзы моряков и рыбаков Приморского края обратились в общественную приемную президента России Владимира Путина с просьбой помочь возобновить вещание радиостанции "Тихий Океан". Напомним, что "Тихий Океан" начал свою работу 17 апреля 1963 г. как подразделение Приморского краевого комитета по телевидению и радиовещанию. Станция вещала на три океана для моряков и рыбаков Дальнего Востока. Ее собкоры работали на Камчатке, Сахалине, в Магадане, Находке, Хабаровске и Певеке, а ее программы транслировались через сеть, состоящую из 40 передатчиков. Трижды в сутки станция выходила в эфир, ориентируясь на поясное время. Для моряков эти 45 минут вещания были самой важной ниточкой связи с родной землей.

Учебная радиостанция Дальневосточного государственного технического университета "Студенческая Волна" теперь вещает во Владивостоке ежедневно. Отныне ее передачи можно слушать с 16.00 до 20.00 (по местному времени!) на частоте 103,7 МГц. Созданная на базе университетской кафедры радиосвязи, радиовещания и телевидения, станция стала учебным полигоном не только для студентов-политехников, но и для будущих журналистов, которых готовит Институт массовых коммуникаций ДвГУ. Инициатор создания учебной радиостанции — профессор технического университета Л. Стаценко — считает, что "Студенческая Волна" способствует объединению владивостокских вузов, питомцы которых имеют прекрасную возможность продемонстрировать сверстникам результаты своих творческих усилий.

КРАСНОЯРСК. "Трансмировое радио — Красноярск" больше не использует средневолновую частоту 1395 кГц для трансляции своих программ из-за отключения передатчика. Теперь принимать программы этой станции в Красноярске можно на частоте местного ретранслятора радио "Максимум" 106,6 МГц. Десятиминутные передачи ведутся по будням с 23.50 до 24.00 и с 14.50 до 15.00 UTC.

НОВОСИБИРСК. "...К концу 2005 г. все аналоговые станции России, обеспечивающие телерадиовещание, будут заменены цифровыми", — заявил генеральный директор "Российской телевизионной и радиовещательной сети" (РТРС) Геннадий Скляр. По его мнению, реализация этого проекта стоимостью 42 млн долларов "намного удешевит транспортировку сигнала". "Цифровая революция идет, она требует не раскачки, а быстрых решений, и мы идем с опережением", — сказал гендиректор РТРС. "Опережение" означает, что в результате модернизации "...все жители России смогут принимать четыре телеканала — три федеральных и один местный... В настоящее же время 2 % населенных пунктов России не принимают даже Первый канал...". На Дальнем Востоке реализация проекта цифрового ТВ начатая в 2003 г. уже завершается. На очереди — Центральная Россия и Сибирь. "Осуществление проекта даст возможность доставлять даже в небольшие города до тысячи теле- и радиоканалов с тем, чтобы кабельные операторы и конечные потребители могли бы выбирать из них то, что им нравится", — отметил гендиректор РТРС. В Сибири в качестве "пилотного" региона выбрана Новосибирская область, где модернизация передающих сетей начнется в ближайшее время.

Говоря о технических подробностях, Геннадий Скляр отметил, что в рамках соглашения, заключенного между РТРС и администрацией Новосибирской области, планируется заменить морально устаревшую аналоговую аппаратуру спутниковых приемных телевизионных станций, находящихся на территории региона, на новейшее цифровое оборудование. Это позволит осуществлять прием четырех телевизионных каналов вместо одного. Кроме того, планируется начать работы по развертыванию мультисервисных сетей, позволяющих принимать и передавать телерадиосигналы по ста каналам одновременно. На эти нужды в текущем году будет направлено 62 млн рублей.

САНКТ-ПЕТЕРБУРГ. Молодежное радио "Рекорд" приступило к вещанию через спутник "Eutelsat W4" (36° в. д.). Сейчас оформляются лицензии на ретрансляцию программ "Рекорда" через УКВ передатчики в регионах России.

ТОМСК. Эфирная обстановка в этом городе сегодня такова: 66,83 МГц — радио "Свободный стиль" и ретрансляция программ радио "Свобода"; 67,22 МГц — радио России и ГТРК "Томск"; 67,61 МГц — радиоканал "Мелодия" (трансляция из Санкт-Петербурга); 68,0 МГц — радио "Юность"; 68,78 МГц — радио "Маяк"; 69,8 МГц — "Русское радио-2"; 70,19 МГц — радио "Шансон"; 70,91 МГц — радио "Ретро-FM"; 71,99 и 104,6 МГц — радио "Сибирь"; 101,7 МГц — радио "Хит-FM"; 102,1 МГц — "Русское радио"; 103,4 МГц — радио "Европа плюс — Томск"; 105,4 МГц — "Авторадио"; 106,1 МГц — "Наше радио"; 106,6 МГц — радио "Планета Томск"; 107,1 МГц — радио "Монте-Карло".

РОССИЯ/США. Американские инвесторы заинтересованы в российском рынке теле- и радиовещания. Об этом в интервью РИА "Новости" заявил президент российской Национальной ассоциации телерадиовещателей (НАТ) Эдуард Сагалаев. По его словам, "...в США существуют инвестиционные настроения в отношении российского рынка теле- и радиовещания, хотя есть и опасения... К российскому медиарынку существует очень большой интерес, потому что этот рынок быстро растет"... Кроме того, "...российский и американский медиарынки имеют много общих проблем: в частности, в том, что касается антимонопольного регулирования...". Американские теле- и радиовещатели высказали заинтересованность в участии в выставке "НАТ-Шоу", которая пройдет в Москве в октябре 2004 г.

ЗАРУБЕЖНЫЕ СТРАНЫ

УКРАИНА. Запорожская радиостанция "Днипровська Хвыля" ("Днепровская Волна") выходит в эфир на частоте 11980 кГц по субботам и воскресеньям с 9.00 до 11.00 и с 12.00 до 14.30. Мощность передатчика весьма скромная (варьируется от 100 до 250 Вт в зависимости от времени суток), модуляция амплитудная, двухполосная, с частично подавленной несущей, антенна — диполь, направление излучения север — юг.

БОСНИЯ И ГЕРЦЕГОВИНА. Радио Zavidovici (местное вещание) принято в 19.30 на частоте диапазона СВ около 1503 кГц. После 21.00 прием прекратился.

ЗИМБАБВЕ. Национальное радио Зимбабве слышно утром (примерно в 4.20) и вечером (после 16.45) на частоте "тропического диапазона" 3306 кГц. Кроме того, эта станция принималась и на частоте 4828 кГц.

НЕПАЛ. По сообщениям из разных источников, радио Непал возобновило вещание на КВ. В частности, его передачи слышали на традиционной частоте 5005 кГц.

США. Радиостанция "WSHB" прекратила вещание с 29 февраля текущего года в связи с коммерческими трудностями. Ее работа может быть возобновлена, если для станции найдется покупатель.

ТАИЛАНД. "Радио Таиланд" передает на английском языке: с 00.00 до 00.30 — на частоте 9680 кГц; с 00.30 до 01.00 — на частоте 13695 кГц; с 03.00 до 03.30 — на частоте 15460 кГц; с 05.30 до 06.00 — на частоте 13780 кГц; с 12.30 до 13.00 — на частоте 9810 кГц; с 14.00 до 14.30 — на частоте 9560 кГц; с 19.00 до 20.00 — на частоте 9535 кГц. На немецком языке "Радио Таиланд" передает с 20.00 до 20.15, а на французском — с 20.15 до 20.30 на частоте 9535 кГц.

ФИНЛЯНДИЯ. Министерство транспорта и связи Финляндии запускает амбициозный проект, цель которого — увеличение числа пользователей цифровым телевидением в стране и привлечение корпоративных инвестиций в этот сектор. По сообщению финской газеты "Turun Sanomat", предполагается, что в ходе осуществления данного проекта увеличится количество предоставляемых цифровых услуг и финским компаниям будут созданы благоприятные возможности для участия в конкурентной борьбе на мировом рынке в этой области. Министерство призвало фирмы и организации принять участие в этом двухгодичном проекте, получившем название "ArviD". Уже известно, что в нем будут участвовать множество исследовательских, правительственных и потребительских организаций, а также город Оулу, финская государственная телерадиокомпания "YLE" и коммерческая телевизионная сеть "MTV3".

Хорошего приема и 73!

Время всюду — UTC.

Редактор — В. Поляков

E-mail: dx-bc@radio.ru
тел. 208-83-05

Охлаждение процессоров

А. СОРОКИН, г. Радужный Владимирской обл.

Охлаждающие устройства узлов современных компьютеров — сложные конструкции, имеющие в своем составе теплообменную систему, нагнетатель теплоносителя, устройство контроля и управления и узел крепления к охлаждаемому объекту. Технические характеристики этих систем, как правило, отсутствуют, и пользователь вынужден опираться на свой опыт. Разобраться в тонкостях устройства и применения охлаждающих устройств поможет предлагаемая вниманию читателей статья.

Как известно, компания Intel ограничивает рабочую температуру своих процессоров на уровне +66...78 °С, AMD — на уровне +85...90 °С. При +23 °С в помещении температура воздуха внутри системного блока компьютера на 10...15 °С выше, а процессора — еще на 20...35 °С выше. В итоге температура процессора может достигать +75 °С, а в жаркое время (+35...40 °С) — +92 °С.

Из этого следует, что современные процессоры при полной загрузке требуют эффективного охлаждения, и не всякий кулер (cooler — охладитель) сможет его обеспечить. Не говоря уже о любителях выжать все, что можно из своего компьютера. Для них эффективный кулер — насущная необходимость. Поэтому часто встает вопрос, какой кулер выбрать?

В настоящее время в мире выпускается множество видов охлаждающих устройств. Это и охладители, в которых теплоносителем является воздух, и появившиеся в последнее время водяные и термоэлектрические охлаждающие устройства, и охладители на тепловых трубках, и даже такие экзотические, как парокомпрессионные холодильные установки. А любители экспериментируют даже со сжиженными газами и сухим льдом.

При современном уровне отводимых тепловых мощностей кулеры, в которых в качестве теплоносителя используется воздух, нашли широкое распространение и успешно справляются с задачей охлаждения узлов компьютера. По виду теплообмена они делятся на устройства с естественной конвекцией и принудительной вентиляцией. Первые применяют в системах с тепловыделением до 10...15 Вт, вторые — при уровнях тепловыделения до 100 Вт. В кулерах второй группы отводимая тепловая мощность пропорциональна площади поверхности радиатора (здесь и далее используется именно этот термин, как устоявшийся в литературе по компьютерам), разности температур его и охлаждающего воздуха и скорости воздушного потока. Наиболее распространены ребристые радиаторы, реже используют более сложные в изготовлении штыревые и турбинного типа.

Кулеры турбинного типа от давно известного GoldenOrb до современных моделей хорошо зарекомендовали себя благодаря высокой эффективности. Используемый автором уже три года GoldenOrb, несмотря на довольно небольшую площадь оребрения, показал себя только с положительной стороны. Он был выбран из-за свойства такой конструкции создавать растекающийся от процессора по системной плате воздушный поток, который обеспечивает дополнительное охлаждение расположенных на ней компонентов. Чем обусловлена его эффективность? В результате проведенного анализа оказалось, что у радиаторов турбинного типа с ребрами постоянного сечения воздушный канал имеет увеличивающееся сечение по ходу воздушного потока, что обеспечивает постоянную и высокую скорость протекания нагревающегося воздуха в нем при малой мощности вентилятора. Кроме того, правильное направление закрутки ребер по воздушному потоку снижает его газодинамическое сопротивление, скорость охлаждающего воздуха оказывается выше (до 5 м/с), чем в ребристых радиаторах (до 2 м/с). В результате его тепловое сопротивление оказывается соизмеримым с тепловым сопротивлением ребристого радиатора примерно в 2,5 раза большей площади. Применение медного кулера этой модели может быть рекомендовано при тепловыделении до 50 Вт. Другие кулеры этого типа, например, с каналом постоянного сечения (ребра — трапециевидной формы), имеют меньшую эффективность.

Кулеры с игольчатыми радиаторами показали высокую эффективность благодаря большей, чем у ребристых радиаторов одинаковых габаритов, площади поверхности.

Наиболее широкое применение нашли кулеры с ребристыми радиаторами. Они просты в расчетах и дешевы в производстве. Рассмотрим основные зависимости, описывающие характеристики таких устройств.

Прежде всего, это уравнение теплового баланса:

$$P = c\rho VS_{кан}\Delta T = \alpha S_{вн}\Delta T, \qquad (1)$$

где P — тепловая мощность, снимаемая радиатором; c — удельная теплоемкость воздуха; ρ — плотность воздуха; V — скорость воздуха в канале; $S_{кан}$ — площадь сечения канала; $\Delta T = T_р - T_с$ — температура нагрева воздуха в канале; $T_р$ — температура радиатора; $T_с$ — температура среды (воздуха); α — коэффициент теплоотдачи радиатора; $S_{вн}$ — площадь поверхности.

Тепловое сопротивление $R_р$ (оно численно равно температуре перегрева радиатора на 1 Вт подводимой мощности, °С/Вт) характеризует перепад температуры в последовательной цепи любых элементов в тепловом потоке, а в данном случае — тепловое сопротивление процессор—радиатор:

$$R_р = \Delta T/P_р, \qquad (2)$$

где $P_р$ — мощность, подводимая к радиатору и рассеиваемая им, Вт; ΔT— перепад температур на контактной поверхности.

Зная тепловое сопротивление для каждого звена тепловой цепи, можно оценить распределение температуры по ней от радиатора до кристалла процессора:

$$T_к - T_р = P_{проц}(R_{к-к} + R_к + R_р), \qquad (3)$$

где $T_р$ — температура радиатора; $T_к$ — температура кристалла; $P_{проц}$ — мощность, рассеиваемая процессором; $R_{к-к}$ — тепловое сопротивление кристалл—корпус процессора; $R_к$ — тепловое сопротивление корпус процессора—радиатор; $R_р$ — тепловое сопротивление радиатор—среда.

Тепловое сопротивление контактной поверхности при применении теплопроводящей пасты между двумя элементами на пути теплового потока можно оценить по эмпирической формуле:

$$R_к \approx 2{,}2/S_п, \qquad (4)$$

где $S_п$ — площадь контактной поверхности.

Площадь контактной поверхности существующих процессоров — примерно от 2 до 15 см^2, тепловое сопротивление $R_к$ — от 1 до 0,15 °С/Вт, применение теплопроводящей пасты снижает его до 0,5...0,07 °С/Вт.

При использовании клеев без наполнителей удается получить $R_к$, в лучшем случае соизмеримое со значением, соответствующим сухим контактирующим поверхностям, клеи с наполнителями позволяют достигнуть значений $R_к$, близких к тем, что получаются при применении теплопроводящей пасты. Дело в том, что невысыхающая теплопроводящая паста под давлением фиксирующего механизма растекается, и мы получаем ее слой минимальной толщины, а клеи, быстро затвердевая, сохраняют зазор, возникший при первичной установке, а он в существенной мере и определяет тепловое сопротивление. Главный недостаток такого соединения в его жесткости: при нагреве деформации радиатора передаются в виде механических напряжений корпусу процессора, последствия могут быть печальными.

Конечно, процесс расчета теплового режима пары процессор—кулер намного сложнее, но приведенных формул достаточно для понимания процессов, происходящих в системе. А для проведения оценочных расчетов можно обратиться к специальной литературе (см., например, Справочник конструктора РЭА под ред. Р. Г. Варламова. — М.: Советское радио, 1980).

Жидкостные кулеры бывают двух типов: самотечные и с принудительной прокачкой. Первые, несмотря на применение теплоносителя (воды) с большей, чем у воздуха теплоемкостью, имеют характеристики, соизмеримые с таковыми лучших воздушных кулеров, что намного ниже ожидаемых. Объясняется это малой скоростью протекания теплоносителя и требуемой разностью температур для создания перепада давления в узле съема тепла с процессора и теплообменнике. При использовании принудительной прокачки теплосъем более эффективен и темпе-

E-mail: comp@radio.ru тел. 207-89-00

Температура радиатора, °С	$\Delta T_{р-кр}$, °С	$T_{кр}$, °С	$P_{рас}$, Вт		$P_{рас. изл. черн}$, Вт	
			Al	Cu	Al	Cu
24	6...9	30...33	33	48	2,2	3,6
32	8...11	40...43	43	65	3,4	5,1
42	11...17	53...59	57	85	3,6	7
52	14...21	66...73	71	105	5,6	9

Примечание. В графе $\Delta T_{р-кр}$, °С указаны возможные пределы для различных значений теплового сопротивления радиатор—кристалл.

ратура процессора оказывается на 10...15 °С ниже, чем в предыдущем случае. Но если качество соединения трубок можно обеспечить только за счет аккуратности, то при наличии избыточного давления в соединительных трубках проблемы обеспечения герметичности решить сложнее. Нельзя забывать, что вода имеет большой коэффициент объемного расширения, поэтому необходима дополнительная емкость, располагающаяся выше самого верхнего узла системы. Согласно правилам, эта емкость должна иметь устройство, выравнивающее давление окружающего воздуха и в системе охлаждения. В простейшем случае — это отверстие, сообщающее ее с внешней средой. В результате пары воды всегда будут поступать в объем системного блока. Применение герметичных устройств выравнивания давлений снижает надежность конструкции.

Существуют и трудности, о которых производители не пишут, но с которыми сталкивались все, кто работал с системами водяного охлаждения электронного оборудования. Это — микроорганизмы. Для предотвращения их роста в таких комфортных условиях необходимо принимать специальные меры и не менее одного раза в год промывать систему.

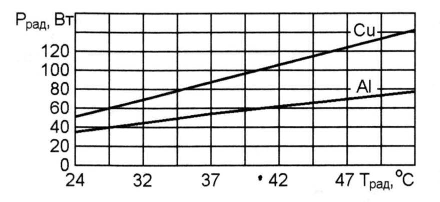
Использование жидкостных кулеров эффективно при мощностях более 1000 Вт. Для охлаждения процессоров их применять не рекомендуется из-за малой отводимой мощности и сложности эксплуатации.

Еще один вид кулеров — устройства с применением термоэлектрических элементов Пельтье. Примером может служить кулер с воздушным охлаждением MCX462+T фирмы SwiftTech на тепловые нагрузки до 100 Вт. Изделие предназначено для использования в системах, где жидкостное охлаждение недопустимо. 127 термоэлементов этого кулера питаются от рекомендованного фирмой источника питания "Meanwell S320-12" с выходным напряжением 15,2 В и током нагрузки 24 А. Устройство обеспечивает максимальную холодопроизводительность 226 Вт и разность температур более 67 °С. Его цена без вентилятора — около 90, а полного комплекта — 130...170 долл. США.

По сути, элемент Пельтье является тепловым насосом. Он обеспечивает перекачку тепла от процессора к радиатору, затрачивая на это энергию и добавляя к теплу, выделяемому процессором, свое тепло, которое при КПД около 50 % соизмеримо с отводимым, а это повышает тепловыделение в системном блоке.

Необходимо также обеспечить "умное" управление термоэлектрической батареей в зависимости от нагрева процессора для предотвращения избыточного понижения его температуры и, как следствие, конденсации влаги на нем. Регулировка холодопроизводительности термоэлементов позволяет гибко отслеживать тепловыделение процессора и оптимизировать потребляемую мощность.

К достоинствам кулеров на элементах Пельтье можно отнести их способность понижать рабочую температуру процессора на 67 °С, к недостаткам — большие потребляемую мощность (до 100 Вт) и тепловыделение, сложность конструкции и отсутствие системных плат, оборудованных устройствами автоматического управления ими. Без контроля температуры процессора возможен выход из строя его и системной платы. Данный вид кулеров при совместной работе с устройством управления может быть рекомендован для экспериментов с "разгоном" микропроцессоров.



Хотелось бы предостеречь от самостоятельной установки такого кулера: в "лучшем" случае вы потеряете процессор, а в худшем — еще и системную плату. Дело в том, что для эффективного охлаждения необходимо с минимальным тепловым сопротивлением сопрячь две пары поверхностей (процессор—термоэлемент и термоэлемент—радиатор) при строго заданном усилии сжатия. С высоким качеством это может сделать только специалист, имеющий большой опыт работы с подобными устройствами. В случае же неудачи применение такого кулера принесет только дополнительные проблемы.

Для оценки тепловых характеристик стандартного воздушного кулера с ребристым радиатором и его эффективности, в зависимости от материала радиатора (алюминиевый сплав, медь), был выполнен расчет с ориентацией на кулер процессора P4 в соответствии с методикой, описанной в упомянутом выше справочнике.

Исходные данные: ребристый радиатор с площадью обдуваемой поверхности 1560 см^2, поверхность — шероховатая, черненая, крепление — стандартное; рассеиваемая мощность — 80 Вт, температура воздуха — +40 °С, скорость продувки — около 1 м/с. Результаты расчета иллюстрируются **таблицей** и графиками, изображенными на **рисунке**. В таблице приняты следующие обозначения: $\Delta T_{р-кр}$ — перепад температуры на переходе радиатор—кристалл (меньшее значение — при использовании теплопроводящей пасты, большее — без нее); $T_{кр}$ — температура кристалла в тех же случаях; $P_{рас}$ — суммарная мощность, отводимая радиатором; $P_{рас. изл. черн}$ — мощность, рассеиваемая через излучение черненым радиатором.

Как видно из рисунка, радиатор из алюминиевого сплава (Al) обеспечивает (при прочих равных условиях) отвод примерно 77 Вт тепловой мощности при температуре радиатора +52 °С, а из меди (Cu) — почти 80 Вт при температуре радиатора около +34,5 °С. Иными словами, в рассматриваемом случае при одинаковой тепловой мощности температура медного радиатора ниже в 1,5 раза. Это позволяет рекомендовать применение медных радиаторов в кулерах для охлаждения мощных процессоров. Они успешно справляются с задачей (при толщине ребра более 1 мм), не имея недостатков водяных и термоэлектрических устройств. Таблица позволяет оценить для этих точек температуру кристалла.

Рассчитанный радиатор имеет контактное тепловое сопротивление $R_к$ = 0,2 °С/Вт с теплопроводящей пастой и 0,4 °С/Вт без нее. Тепловое сопротивление радиатора из алюминиевого сплава равно 0,67 °С/Вт, из меди — 0,45 °С/Вт (в обоих случаях при номинальной мощности).

Анализируя уравнение теплового баланса (1) и исходя из опыта эксплуатации систем охлаждения, можно рекомендовать:

— использовать в системном блоке нагнетающий вентилятор. Применение вытяжного понижает давление в блоке и ухудшает охлаждение всех его узлов;

— узлы и кабели размещать в системном блоке так, чтобы обеспечить свободные пространства для прохождения потоков охлаждающего воздуха к тепловыделяющим узлам и далее за пределы системного блока;

— выбирать кулер с оптимальной площадью каналов радиатора. Она должна быть соизмерима с проходным сечением вентилятора—нагнетателя, в этом случае воздушный поток будет однородным и вентилятор обеспечит нагнетание без избыточных затрат энергии. Отложение пыли на вентиляторе и в каналах радиатора свидетельствует о скачке давления или неустойчивом воздушном потоке в месте ее скопления, поэтому необходимо упорядочить его течение. Заниматься повышением скорости воздуха бесперспективно, так как в данном сечении она определяется только перепадом давления по пути потока. А давление, создаваемое осевыми вентиляторами, не превышает 2...5 мм водяного столба и при увеличении мощности его электродвигателя практически не возрастает;

— применять вентиляторы с многолопастной (семь и более) крыльчаткой;

— понижать температуру в системном блоке, располагая его как можно

E-mail: comp@radio.ru
тел. 207-89-00

дальше от источников тепла (чем ниже температура воздуха в месте установки блока, тем ниже она внутри него и тем холодней процессор);

— выбирать радиатор с оптимальными высотой и толщиной ребер. Из-за большого теплового сопротивления температура очень тонких ребер намного ниже температуры основания, поэтому эффективность охлаждения падает несмотря на их большую площадь. При толщине ребер около 1 мм предпочтение следует отдать медному радиатору, как более эффективному;

— применять радиаторы с ребрами, форма сечения которых обеспечивает близкий к равномерному теплосъем по всей поверхности ребра. Таковы, например, радиаторы кулеров Spire 9T207B1H3G компании Fanner Tech. В сечении их ребра представляют собой трапецию с отношением оснований 2:1 (1,2 и 0,6 мм). Температура на поверхности такого ребра более равномерна, что повышает его эффективность по сравнению с ребром прямоугольного сечения;

— и наконец (это уже для разработчиков и изготовителей), ввести тепловое сопротивление в перечень характеристик кулеров как обязательный параметр.

И общая рекомендация, о которой можно было бы не говорить по причине ее избитости, но практика показывает, что не все профессионалы ее придерживаются. Правильно применяйте теплопроводящую пасту, она облегчит режим работы процессора. При снятии кулера должен быть виден тонкий, почти прозрачный слой пасты на всей контактной поверхности. Мне же многократно приходилось видеть лишь шлепок в центре. Такое применение пасты только ухудшает условия охлаждения.

Подведем итоги. Чтобы представлять, как обеспечивается отвод тепловой мощности от процессора, надо знать некоторые положения и зависимости:

1. Потребляемая мощность всегда больше тепловой мощности, выделяемой процессором.

2. Тепловая мощность, рассеиваемая процессором, меняется во время его работы и зависит от его загрузки, поэтому имеет статическую и динамическую составляющие. Первая из них — это мощность, рассеиваемая процессором, находящимся в режиме ожидания, зависит только от модели процессора (его внутренней структуры) и не равна нулю для современных процессоров AMD и Intel. Вторая изменяется в процессе работы процессора, зависит только от его загрузки и представляет собой разность между общей тепловой мощностью и ее статической частью.

3. Часть выделяемой процессором тепловой мощности рассеивается охлаждающим устройством через излучение.

4. Эффективность любого кулера характеризуется его тепловым сопротивлением.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

Если изображение на экране монитора неустойчиво...

А. ЖЕНЖЕРУХА, г. Старый Оскол Белгородской обл.

Предлагаю два варианта решения проблемы "дрожание, плавание изображения на экране монитора с электронно-лучевой трубкой", причиной которой является влияние внешних магнитных полей. Наиболее кардинальное решение проблемы — приобретение монитора LCD, но это не всегда возможно.

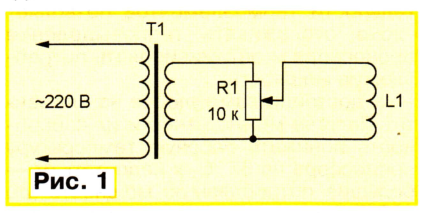


Рис. 1

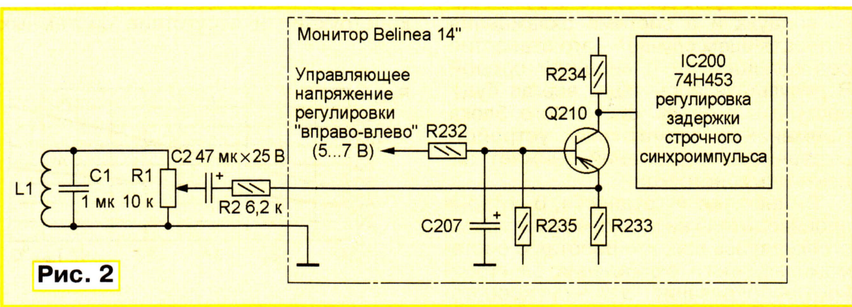


Рис. 2

Суть предлагаемых способов в том, чтобы создать вблизи монитора или внутри кинескопа магнитное поле с вектором, противофазным вектору внешнего, мешающего нормальной работе.

Первый вариант реализуется без разборки и доработки монитора. Для этого потребуются два сетевых понижающих трансформатора мощностью 10...100 Вт. Первичную обмотку одного из них (Т1 на **рис. 1**) включают в сеть напряжением 220 В, а вторичную (на 5...20 В) — через переменный резистор R1 с рассеиваемой мощностью 1 Вт — к первичной обмотке второго трансформатора (L1), из которого предварительно удален магнитопровод. Катушку L1 помещают на монитор с задней стороны (вблизи горловины кинескопа) таким образом, чтобы ее витки лежали в горизонтальной плоскости. Установив на компьютере частоту смены кадров монитора 50 Гц, перемещают движок резистора R1 и добиваются наименьшего "плавания" изображения. В случае увеличения "плавания" катушку переворачивают на 180°. В качестве Т1 автор использовал понижающий трансформатор от блока питания игровой приставки "Dendy", а в качестве L1 — катушку трансформатора мощностью 100 Вт.

Второй вариант несколько сложнее: внешнее магнитное поле измеряют индуктивным датчиком и вносят поправку в работу строчной (и кадровой) развертки. Датчик L1 (как и в первом варианте, первичная обмотка трансформатора мощностью 100 Вт) подключают, как показано на **рис. 2**, к узлу монитора, где формируется фазовый сдвиг строчного синхроимпульса (регулировка смещения изображения вправо-влево). Здесь более подробных советов дать не могу, так как все зависит от конкретного типа монитора. Я экспериментировал с монитором Belinea 14".

В моем случае вектор мешающего поля (50 Гц) был вертикальный, поэтому изображение дрожало по горизонтали (под окнами помещения проходит теплотрасса и, видимо, по трубам идет значительный электрический ток). Второй вариант лучше первого по той причине, что величина мешающего поля может меняться со временем, компенсация происходит автоматически и частота и форма поля могут не соответствовать сетевому. Однако первый вариант проще, и эффект от него был немного лучше.

В заключение необходимо отметить, что использовать второй вариант имеет смысл, если мешающее поле однородно в объеме монитора. От наводок со стороны трансформатора, стоящего вблизи монитора, оно эффективно не защитит, так как на разные участки экрана монитора его поле оказывает разное влияние.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

Инициализация дополнительных сегментов памяти в программах для микроконтроллеров семейства MCS-51

С. ЧЕКУНОВ, г. Ижевск

Современные микроконтроллеры имеют встроенную энергонезависимую память данных (EEPROM), информацию в которую иногда необходимо занести до начала работы прибора. Образ (прошивка) этой памяти должен быть сформирован при разработке программы. Это позволяют сделать, например, ассемблеры для микроконтроллеров семейств PICmicro и AVR. Они дают программисту возможность организовать дополнительный сегмент памяти и задать в нем исходные данные для записи в EEPROM.

Таблица 1

```
; example.asm - пример инициализации
; данных в дополнительных сегментах
          CSEG
; Сегмент EEPROM
          ORG 0
idEeprom: DB 'EEPROM'
ptrWord:  DW 8051h
ptrBufE:  DS 10h
; Проверка длины сегмента
; (не обязательна)
          IF $ > 640
          $ERROR("EEPROM too long")
          ENDIF
; Конец сегмента EEPROM
          IFNDEF EEPROM
; Сегмент FLASH
          ORG 0
idFlash:  DB 'FLASH'
ptrTail:  DW 0,1,2,3,4,5,6,7,8,9
ptrBufF:  DS 100h
; Конец сегмента FLASH
          IFNDEF FLASH
; Истинный сегмент кода
          ORG 0
          ljmp start
          DB 'True code'
start:    mov dptr,#idFlash
          movx a,@dptr
          mov dptr,#idEeprom
          ; ...
          ; ...
; Конец сегмента кода
          ENDIF
          ENDIF
          END
```

Ассемблеры для микроконтроллеров с ядром MSC-51 тоже позволяют разделить память на несколько частей, но лишь в одной из них — сегменте исполняемого кода — возможна инициализация. Во всех остальных разрешено лишь резервировать ячейки памяти и записывать в них данные только в процессе исполнения программы. Выходом из ситуации может послужить прием, о котором рассказано ниже. Суть его — в использовании условного ассемблирования, в результате чего инициализация сегмента кода происходит по-разному, в зависимости от условий трансляции. Полученные HEX-файлы могут быть использованы для программирования не только внутреннего EEPROM микроконтроллера, но и внешних микросхем памяти.

Искусственно создаваемые дополнительные сегменты (допустимо любое их число) помещают в текст программы до реального сегмента кода. Метки, определенные в одном из них, будут известны во всех следующих, в том числе в реальном сегменте кода. А вот ссылки в обратном направлении недопустимы. На тип и физическое расположение дополнительной памяти ограничений нет.

Пример программы с двумя дополнительными инициализированными сегментами, условно названными EEPROM и FLASH, приведен в **табл. 1**. Сохранив его в файле **example.asm**, воспользуемся ассемблером ASEM-51, который можно бесплатно "скачать" по адресу **<http://plit.de/asem-51/asem5113.zip>**.

Прежде всего запустим ассемблер командной строкой

```
asem example.asm eeprom.hex /define:EEPROM
```

Обрабатывая первые строки текста программы, он поместит в свою таблицу символов метки idEeprom, ptrWord и prtBufE, а в выходной файл **eeprom.hex** (**табл. 2**) — заданные директивами DB и DW данные. Затем будет выполнена проверка длины сегмента. Если значение программного счетчика превысило физически существующий объем EEPROM (в рассматриваемом случае — 640 ячеек), будет выведено сообщение об ошибке. При заведомо небольшом объеме сегмента проверку можно исключить. Аналогичные проверки можно предусмотреть и в других сегментах.

Таблица 2

```
:08000000454550524F4D80515F
:00000001FF
```

Далее ассемблер встретит директиву IFNDEF EEPROM. Поскольку символ с таким именем в командной строке определен (параметр /define:EEPROM), все следующие строки программы, вплоть до директивы ENDIF, будут проигнорированы и трансляция на этом закончится.

Повторную трансляцию той же программы запустим командной строкой

```
asem example.asm flash.hex /define:FLASH
```

Она отличается от предыдущей лишь определением символа FLASH вместо EEPROM. Первый этап трансляции пройдет точно так, как описано выше, и в выходной файл будут записаны данные сегмента EEPROM. Однако директива IFNDEF EEPROM на этот раз процесс не прервет, а следующая за ней директива ORG 0 обнулит программный счетчик. Ассемблер начнет заносить в выходной файл с нулевого адреса данные, предназначенные для сегмента FLASH. Трансляцию прервет директива IFNDEF FLASH. Окончательный вид файла **flash.hex** показан в **табл. 3**.

Таблица 3

```
:08000000454550524F4D80515F
:10000000464C41534800000001000200030004007 8
:090010000500060007000800090C4
:00000001FF
```

Трансляцию истинного сегмента исполняемого кода зададим командой

```
asem example.asm
```

Прежде всего, будут вновь оттранслированы дополнительные сегменты, а все определенные в них метки занесены в таблицу символов ассемблера, что позволит ссылаться на них из сегмента кода. Директива ORG 0 в самом его начале в очередной раз обнулит программный счетчик. Далее трансляция пойдет обычным образом. В полученном файле **example.hex** (**табл. 4**) исполняемый код программы начинается с четвертой строки, находясь после строк, идентичных содержащимся в предыдущих HEX-файлах.

Таблица 4

```
:08000000454550524F4D80515F
:10000000464C4153480000000100020003000400 78
:09001000050006000700080009C4
:100000000002000C5472756520636F646590000 0E017
:030010000900000 5D
:00000001FF
```

Наличие лишней информации обычно не мешает правильной загрузке кода в соответствующие области памяти микроконтроллера. В буфере программы, управляющей программированием, правильные данные при совпадении адресов "вытесняют" ранее занесенные. И только если новый сегмент короче предыдущего, в буфере сохранится его "хвост". По этой причине желательно описывать в программе сегменты в порядке возрастания их длины.

Некоторые программаторы не имеют промежуточного буфера либо строго контролируют входные данные, не допуская перекрытия адресов. В первом случае программирование будет неправильным, во втором — вообще не начнется, пока "ошибки" не будут устранены.

Удалить лишние строки из HEX-файла можно вручную с помощью любого текстового редактора. Можно сделать это и автоматически, выполнив подряд две команды:

```
hex2bin example.hex
bin2hex example.bin
```

Первая создаст двоичный образ содержащихся в файле **example.hex** данных и поместит его в файл **example.bin**. Вторая выполнит обратное преобразование и создаст новый файл **example.hex** уже без излишеств. Необходимые программы можно "скачать" по адресам **<ftp://www.atmel.com/pub/atmel/hex2bin.exe>** и **<ftp://www.atmel.com/pub/atmel/bin2hex.exe>**.

Редактор — А. Долгий

E-mail: chip@radio.ru
тел. 207-89-00

Манипулятор с датчиком ускорения

С. КУЛЕШОВ, г. Курган

Для работы на ПК сегодня используют самые разные манипуляторы — "мыши", джойстики, трекболы. В статье описывается еще один тип манипулятора, заменяющий компьютерную «мышь», но ему не требуется ровная горизонтальная поверхность для перемещения. Его можно просто держать в руке, а указатель "мыши" будет перемещаться при наклоне манипулятора в соответствующем направлении. Такой способ управления может оказаться очень эффективным в некоторых компьютерных играх, например, в авиасимуляторах, или как альтернативный манипулятор для ноутбуков.

Предлагаемый манипулятор (его принципиальная схема изображена на **рис. 1**) выполнен на микроконтроллере (МК) PIC16F84A и интегральном измерителе ускорения (акселерометре) ADXL202E фирмы Analog Devices. Эти приборы представляют собой датчики линейного ускорения и широко используются для измерения углов наклона тел, сил инерции, ударных нагрузок и вибрации. Акселерометр ADXL202E является двухосным на максимальное ускорение по обеим осям ±2 g [1]. Для удобства сопряжения с МК выходные сигналы этой микросхемы представляют собой прямоугольные импульсы с постоянной частотой повторения. Информация об ускорении передается их относительной длительностью (отношением длительности импульса к периоду колебаний) [2]. Длительность, равная 0,5, соответствует нулевому ускорению.

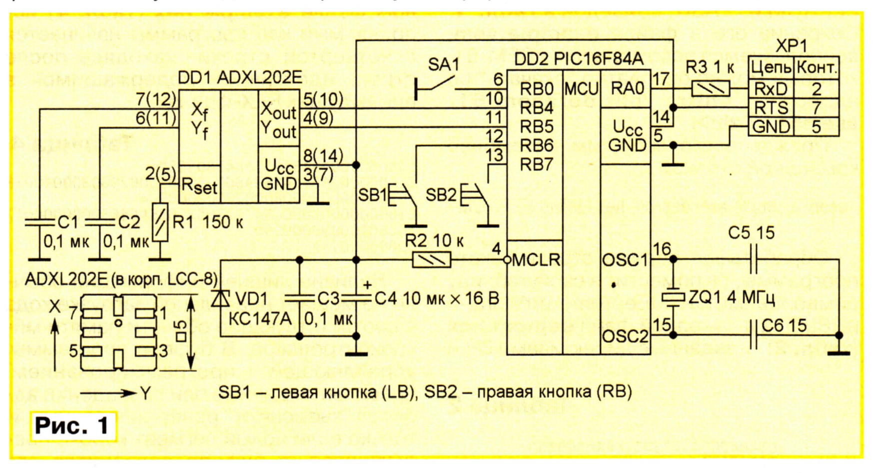


Рис. 1

В настоящее время для устройств типа "мышь" существуют три типа интерфейса: последовательный, PS/2 и USB. Наиболее прост в реализации как с аппаратной, так и с программной точек зрения последовательный интерфейс. Для последовательного интерфейса наиболее распространен протокол "microsoft mouse", представляющий собой последовательную передачу трех байтов в формате 7N1 (семь информационных бит, бита четности нет, один стоп-бит) на скорости 1200 бит/с. Описание информационных байтов дано в **табл. 1**.

Следует отметить, что лог. 1 в интерфейсе RS-232 соответствует уровню −12, а лог. 0 — +12 В. Диаграмма передачи первого байта, соответствующая нулевому перемещению по осям и нажатой правой кнопке (SB2), показана на **рис. 2**. Абсолютное большинство современных системных плат имеют интегрированный адаптер последовательного интерфейса, устойчиво работающий при подаче на вход уровней TTL.

Драйвер операционной системы может распознать мышь, установив сигнал RTS, при этом мышь должна вернуть значение 0x4D (символ "M"). Относительное движение мыши посылается как dx (положительное значение означает движение вправо) и dy (положительное значение — движение вниз).

Таблица 1

Байт	D6	D5	D4	D3	D2	D1	D0
1	1	lb	rb	dy7	dy6	dx7	dx6
2	0	dx5	dx4	dx3	dx2	dx1	dx0
3	0	dy5	dy4	dy3	dy2	dy1	dy0

Напряжение питания манипулятора формируется из сигнала RTS с помощью стабилитрона VD1. В процессе работы драйвер мыши поддерживает на этом выходе постоянный уровень +12 В.

Выходные импульсы микросхемы DD1 обрабатываются МК DD2 и преобразуются в сигналы последовательного интерфейса, которые через разъем XP1 подаются в COM порт компьютера. Кнопки SB1, SB2 манипулятора соответствуют левой и правой кнопкам стандартной мыши. Выключателем SA1 можно выбирать характеристику манипулятора — линейную или квадратичную зависимость перемещения указателя от угла наклона манипулятора.

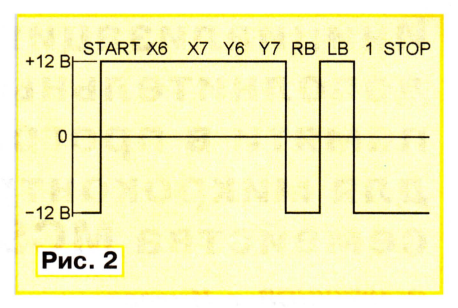


Рис. 2

Кратко рассмотрим основные моменты работы управляющей программы МК. После включения питания он настраивает порты ввода/вывода, источники прерываний и выдает в COM порт последовательность байт для идентификации себя как устройства типа "мышь". Далее МК ожидает прерывания от микросхемы DD1 и производит замер длительности импульсов, используя встроенный таймер. Одновременно с этим он циклически опрашивает кнопки SB1 и SB2. При изменении состояния любой из них или наличии ненулевого ускорения происходит передача последовательности из трех байт согласно табл. 1. Состояние переключателя SA1 проверяется перед каждой отправкой последовательности байт, что позволяет изменять режим работы манипулятора непосредственно в процессе его использования.

Резистор R1 задает частоту следования импульсов на выходе DD1, R3 защищает порт МК от перегрузки при случайном замыкании проводов в кабеле и разъеме.

Все детали манипулятора, кроме вилки XP1, смонтированы на печатной плате. Микросхема DD1 расположена на нижней стороне платы (выводами вверх) и ориентирована так, чтобы ее ось X давала перемещения курсора в горизонтальной плоскости, а ось Y — в вертикальной. Нумерация выводов DD1 на рис. 1 соответствует микросхеме в корпусе LCC-8 (в скобках указаны номера выводов при использовании микросхемы в корпусе QC-14). Конденсаторы C1, C2 и резистор R1 должны располагаться в непосредственной близости от микросхемы DD1. В устройстве допустимо применение МК PIC16F84A в любом исполнении. Вилка XP1 — компьютерная DB-9F. Длина соединительного кабеля — не более 2 м.

Коды управляющей программы МК приведены в **табл. 2**. При его программировании нужно установить следующие значения бит в конфигурационном слове: тип генератора (OSC) — HS, сторожевой таймер (WDT) выключен, задержка после включения питания (PWRTE) выключена.

Собранное из исправных деталей и без ошибок в монтаже (и, естественно, в программе МК) устройство налаживания не требует. Единственное, что, возможно, придется сделать (при использовании некоторых экземпляров кварцевых резонаторов), это подобрать константу pause в программе МК, отвечаю-

Таблица 2

```
:0200000089284D
:080000800D0003088E000B08B7
:10001000013900 3C0319852803 01061A01309F00AD
```

щую за формирование скорости обмена. Несоответствие значения этой константы проявляется в хаотическом перемещении указателя по экрану при неизменном положении манипулятора. Чувствительность в небольших пределах можно изменять подбором резистора R1.

Большинством существующих операционных систем описанный манипулятор определяется как стандартная мышь для последовательного порта и специального драйвера не требует. Следует учесть, что через переходник COM→PS/2 устройство не работает, так как поддерживает только последовательный интерфейс.

ЛИТЕРАТУРА

1. ADXL202E, Low-Cost ±2 g Dual-Axis Accelerometer with Duty Cycle Output. — <**http://www.analog.com**>.

2. **Волович А., Волович Г.** Интегральные акселерометры. — Компоненты и технологии, 2002, № 1, с. 66.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

***От редакции**. Исходный текст программы для МК размещен на FTP-сервере редакции по адресу: <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/05/mouse.zip**>.*

Об использовании гармониковых резонаторов в устройствах на МК

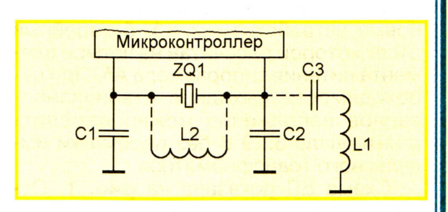
Э. ГРИШИН, г. Курск

Применение гармониковых кварцевых резонаторов в тактовых генераторах микроконтроллеров имеет свою специфику, и зачастую попытка использовать их в типовой схеме включения приводит к неудаче — генерация возникает на первой, основной гармонике резонатора.

Подключение катушки L1 и разделительного конденсатора C3 (см. **рисунок**) обеспечивает запуск тактового генератора на третьей гармонике резонатора ZQ1, чему способствует колебательный контур L1C2, настроенный на частоту этой гармоники.

Аналогичным образом можно добиться возбуждения генератора на пятой или седьмой гармонике, однако в этом случае необходимо компенсировать статическую емкость кварцевого резонатора подключением параллельно ему катушки L2. Вместе со статической емкостью резонатора она образует параллельный колебательный контур, препятствующий возникновению генерации на частоте первой гармоники.

Конкретные значения емкости конденсаторов C1—C3 и индуктивности катушек L1, L2 зависят от частоты и типа (среза) резонатора. Например, при использовании резонатора на частоту 40 МГц (третья



гармоника) емкость конденсаторов C1, C2 у автора оказалась равной 47 пФ, C3 — 0,01 мкФ, индуктивность катушки L1 — примерно 0,3 мкГн (8,5 витка провода ПЭВ-2 0,27 на каркасе диаметром 5 мм).

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

"Интеллектуальное" зарядное устройство для Ni-Cd аккумуляторов

С. КОСЕНКО, г. Воронеж

В предлагаемой вниманию читателей статье описаны импульсный стабилизированный сетевой выносной блок питания (в быту и, нередко, в технической литературе их называют адаптерами) на основе микросхемы серии VIPer и питаемое им «интеллектуальное» зарядное устройство на специализированной микросхеме MAX713CPE.

"Интеллектуальным" зарядным устройствам (ЗУ) на страницах "Радио" уделено весьма много внимания. Конечно, об интеллекте можно говорить только условно: обычно под ним подразумевают способность устройства анализировать состояние заряжаемого аккумулятора и на основе некоторых обязательных признаков выбирать тот или иной зарядный режим. Причем алгоритм зарядки определяется типом аккумулятора. Для литий-ионных (Li-Ion) он должен соответствовать описанному в статье [1], а никель-кадмиевых и никель-металлгидридных (Ni-Cd, Ni-MH) — [2]. В публикациях [1, 3] предложены конкретные варианты ЗУ. Несмотря на "интеллект" этих устройств и вопреки рекомендуемому методу зарядки аккумуляторов в начальный момент максимально возможным током (более 1 А), они используют ток всего 250...300 мА! Почему? Ответ, как кажется автору, прост. Если в качестве источника зарядного тока применять широко распространенные стабилизированные и нестабилизированные сетевые выносные блоки питания (БП) — их нередко называют адаптерами (по зарубежной терминологии — Wall Cube), в продаже весьма трудно найти экземпляр с максимальным током 1 А и более. К тому же рынок чрезвычайно наполнен подделками. Попытка автора использовать БП BPS 12–0,5, произведенный "загадочной" MAX Company, оказалась неудачной: адаптер с гарантируемым выходным током 0,5 А перегревался даже при токе нагрузки 300 мА. Но корпус устройства выполнен вполне эргономично, поэтому он был использован для собственной разработки импульсного стабилизированного сетевого БП.

Основные технические характеристики

Интервал входного напряжения, В	150...250
Номинальная частота преобразования, кГц	60
Выходное напряжение, В	6
Номинальный ток нагрузки, А	1
Среднеквадратическое значение пульсаций выходного напряжения, мВ, не более	15
КПД, %	82
Габариты (без сетевой вилки), мм	70×48×36

БП защищен от замыканий в нагрузке. Его можно использовать для питания другой аппаратуры (переносные радиоприемники и магнитофоны, плейеры, телефонные автоответчики, цифровые устройства и т. п.), батарейный отсек которой рассчитан на четыре элемента питания типоразмера АА. При необходимости выходное стабилизированное напряжение можно изменить в интервале 3...9 В без перемотки импульсного трансформатора.

Схема БП показана на **рис. 1**. Основной элемент устройства — специализированная микросхема VIPer12A, производимая в корпусах DIP-8 и SO-8 (для поверхностного монтажа). О проектировании подобных импульсных источников питания подробно рассказано в статье [4]. Сведения о микросхеме можно найти в рекомендованном там программном обеспечении проектирования VIPer Designe Software/ Documentation/Datasheet/VIPer12A. Этот же документ находится на сайте журнала по адресу: **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/05/VIPer12A.pdf>**. Особенности используемой микросхемы — встроенный генератор фиксированной частоты преобразования 60 кГц, что позволяет свести к минимуму число элементов "обвязки", а также узел регулирования предельного значения стокового тока в микросхеме внешним положительным напряжением. В отсутствие этого напряжения VIPer12A обеспечивает ограничение тока на уровне 0,4 А. В устройстве на вывод 3 FB (FeedBack — обратная связь) через стабилитрон VD2 подано напряжение питания микросхемы DA1 (приблизительно 24 В). Входной ток по входу FB не должен превышать 3 мА. Увеличение входного тока приводит к уменьшению амплитудного значения тока стока (и наоборот) с коэффициентом усиления около 320. В результате сравнения напряжения на обмотке связи II трансформатора T1 с напряжением стабилизации стабилитрона VD2 коэффициент заполнения коммутирующих импульсов изменяется так, чтобы выходное напряжение оставалось стабильным. При изменении сетевого напряжения в интервале 150...250 В отклонение выходного напряжения от номинального не превышает 0,1 В.

Назначение остальных элементов БП ничем не отличается от аналогичных, в описанных ранее подобных устройствах.

Все детали смонтированы на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 2**. Чтобы уменьшить создаваемые БП помехи, со стороны печатных проводников через надежный изолятор прикрепляют электростатический экран из жести с размерами печатной платы, электрически соединенный с общим проводом (с минусовым выводом диодного моста VD1). Для этого можно использовать тот же односторонне фольгированный стеклотекстолит, из которого изготовлена печатная плата.

С целью уменьшения габаритов в устройстве применены импортные оксидные конденсаторы. Конденсаторы

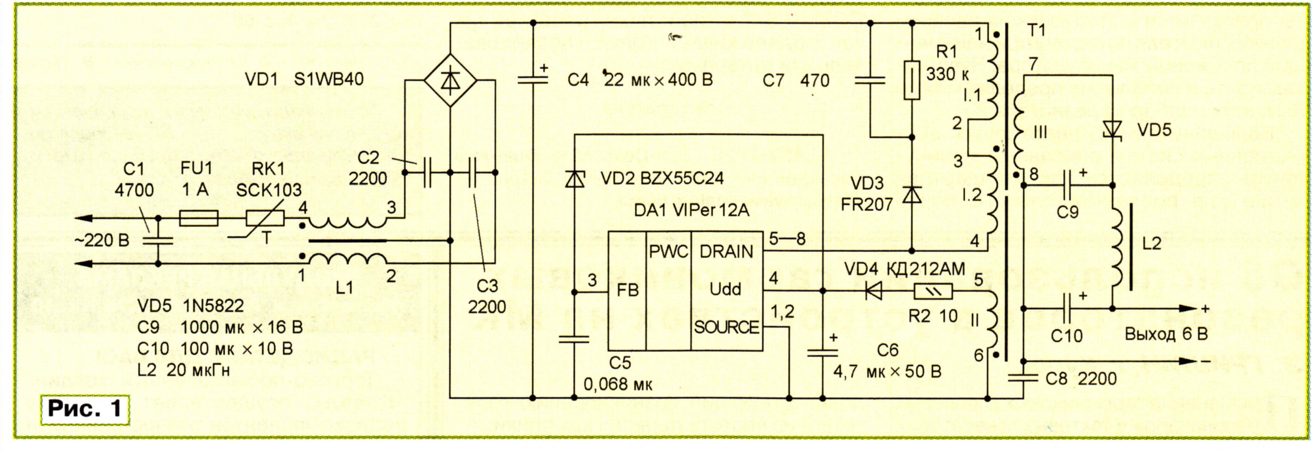
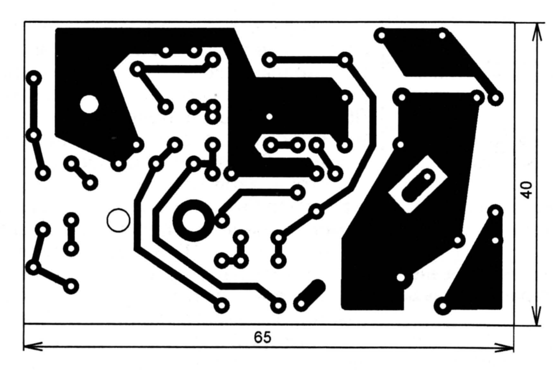


Рис. 1

ИСТОЧНИКИ ПИТАНИЯ
E-mail: power@radio.ru тел. 207-89-00
РАДИО № 5, 2004



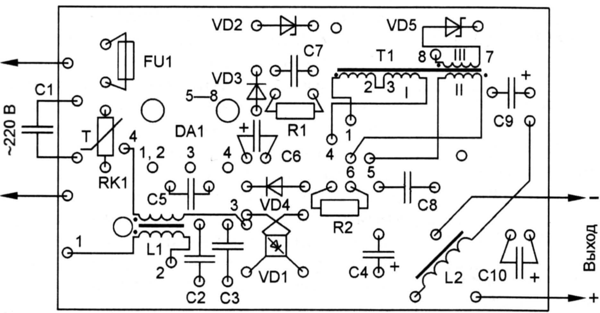


Рис. 2

С1—С3, С7, С8 — керамические или пленочные на номинальное напряжение не менее 630 В, остальные — керамические на напряжение не менее 50 В. Резисторы — МЛТ или подобные. Дроссель L2 — высокочастотный малогабаритный ДПМ-2,4. Диодный мост S1WB40 (VD1) с предельным током 1 А и допустимым обратным напряжением 400 В заменим любым другим с аналогичными параметрами, при этом потребуется изменить конфигурацию печатных проводников или соответствующим образом отформовать выводы моста. Диод FR207 (VD3) допустимо заменить отечественным КД257Д. При подборе аналога рекомендуемого диода КД212АМ (VD4) следует учитывать, что для него обратное напряжение в устройстве заметно превышает 100 В.

В выходном выпрямителе использован диод Шотки 1N5822 (VD5) с максимальным током 3 А и допустимым обратным напряжением 40 В. Он вполне заменим отечественным с подобными параметрами. Эффективность стабилизации выходного напряжения обеспечивается параметрами стабилитрона. Вместо указанного на схеме можно применить стабилитрон КС224Ж. Если использовать составной стабилитрон из отечественных серии Д814 и подобных, стабильность напряжения будет занижена. Изменять выходное напряжение БП можно простым подбором стабилитрона или его переключением.

В устройстве применена микросхема VIPer12A в корпусе SO-8. По техническим условиям все четыре стоковых вывода 5—8 должны быть припаяны к медной фольге печатной платы площадью не менее 200 мм^2. При окружающей температуре 25 °С расчетная температура корпуса микросхемы не будет превышать 72 °С. Чтобы уменьшить тепловую нагрузку на микросхему в условиях плотного монтажа, автор использовал медный фланец неисправного транзистора в корпусе ТО-220, который установлен на штыревой теплоотвод размерами 13,5×16×23 мм. Стоковые выводы припаивают к фланцу. Корпус микросхемы, смазанный теплопроводящей пастой, пружинящей пластиной прижимают к фланцу. К остальным выводам микросхемы припаивают отрезки проводников МГТФ, которые затем впаивают в плату. Электрическое соединение стоковых выводов с печатными проводниками обеспечивает один из монтажных винтов М3, прикрепляющих фланец к плате. Для него предусмотрена соответствующая контактная площадка. Второй винт устанавливают через изолирующую шайбу. При монтаже следует учесть, что теплоотвод микросхемы не должен соприкасаться с близко расположенным магнитопроводом дросселя L1, электрически соединенным с общим проводом питания.

Дроссель сетевого фильтра L1 изготовлен на основе броневого магнитопровода Б14 с магнитной проницаемостью 1500...2000. Обмотки дросселя имеют одинаковое число витков. Их наматывают проводом ПЭВ-2 0,41 в двухсекционном каркасе (каждая — в своей секции) до заполнения.

Импульсный трансформатор рассчитан с помощью программы VIPer Designe Software [4]. Для него используют магнитопровод КВ8 из феррита М2500НМС1 со стандартными каркасом и монтажными клипсами. С каркаса удаляют щеку, свободную от выводов, и половину выводов. Обмотку III, содержащую пять витков провода ПЭВ-2 диаметром 1 мм, наматывают отдельно на оправке подходящего диаметра, а затем одевают на обмотку I.1, состоящую из 31 витка провода ПЭВ-2 0,41. Поверх обмотки III наматывают обмотку I.2 из 27 витков провода ПЭВ-2 0,41 и самую верхнюю — обмотку II из 19 витков провода ПЭВ-2 0,12. Слои витков полуобмоток I.1 и I.2 изолируют одним слоем, а обмотки — двумя-тремя слоями пленки, используемой в высоковольтных конденсаторах, или другого, желательно термостойкого изоляционного материала.

Трансформатор собирают с зазором 0,02 мм на боковых стенках, который обеспечен прокладкой из той же самой пленки. Расчетное значение индуктивности обмотки I трансформатора Т1 — 3210 мкГн, измеренное — около 3530 мкГн. Обмотку III выводом 8 впаивают в плату, а свободный вывод 7 соединяют навесным способом с анодом диода VD5, установленного перпендикулярно плате (как и большинство остальных элементов). Выводы 2 и 3 обмоток I.1 и I.2 трансформатора Т1 подпаивают к одному из выводов каркаса. Затем этот вывод каркаса укорачивают на 1,5...2 мм и изолируют нитрокраской. В плату его не запаивают.

Устройство налаживания не требует, но перед первым включением желательно убедиться в качественном изготовлении импульсного трансформатора (эту операцию выполняют до монтажа микросхемы DA1 в БП), а также в правильности монтажа и исправности используемых элементов. Для этого можно использовать универсальный прибор для проверки импульсных источников питания [5]. Чтобы обеспечить частоту коммутирующих импульсов 60 кГц, параллельно конденсатору С4 в приборе подпаивают еще один емкостью 160...180 пФ. Параллельно резистору R9 (рис. 1 в [5]) подсоединяют осциллограф. Прибор подключают к импульсному трансформатору. К выходу БП подсоединяют эквивалент нагрузки. Плавно увеличивая с помощью лабораторного автотрансформатора сетевое напряжение на входе устройства, наблюдают осциллограмму. При сетевом напряжении 220 В на эквиваленте нагрузки должно быть примерно 6 В, а амплитуда наблюдаемых на экране осциллографа пилообразных импульсов тока не должна превышать 0,25 А. Увеличивая сетевое напряжение до 250 В, убеждаются в отсутствии насыщения магнитопровода.

Кроме того, проверяют фазировку обмотки II, для чего измеряют напряжение на конденсаторе С6 БП, которое должно соответствовать примерно 25 В. Контролируя форму импульсов на стоке

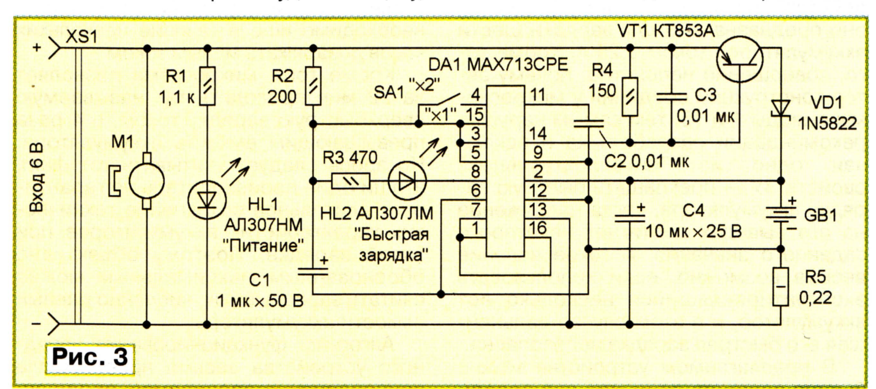


Рис. 3

E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

Номер вывода	Наименование	Функциональное назначение
1	VLIMIT	Внешнее напряжение на выводе устанавливает предельное значение напряжения на одном элементе заряжаемой аккумуляторной батареи, которое не должно превышать 2,5 В
2	BATT+	Соединение с плюсовым выводом заряжаемой аккумуляторной батареи
3, 4	PGM0, PGM1	Выводы для программирования числа последовательно соединенных заряжаемых аккумуляторов
5	THI	Внешнее напряжение на выводе устанавливает верхний пороговый уровень температуры корпуса заряжаемого аккумулятора, при превышении которого прекращается быстрая зарядка и включается режим дозарядки малым током
6	TLO	Внешнее напряжение на выводе устанавливает нижний пороговый уровень температуры корпуса заряжаемого аккумулятора. Если температура меньше этого уровня, возможна только зарядка малым током
7	TEMP	Вывод для подключения термисторного датчика температуры корпуса заряжаемого аккумулятора. Быстрая зарядка возможна только в интервале TLO...THI
8	FASTCHG	Вывод стока транзистора для индикации включения режима быстрой зарядки
9, 10	PGM2, PGM3	Выводы для программирования таймера быстрой зарядки
11	CC	Вывод для подключения цепи компенсации в контуре регулирования тока зарядки
12	BATT–	Соединение с минусовым выводом заряжаемой аккумуляторной батареи
13	GND	Вывод для подключения общего провода питания зарядного устройства. Падение напряжения на резистивном датчике, включенном между выводами BATT– и GND, позволяет контролировать ток зарядки
14	DRV	Управляющий вывод для подключения внешнего транзистора, регулирующего ток зарядки
15	V+	Вывод для подключения напряжения питания через токоограничивающий резистор, регулирующий напряжение +5 В и напряжение на выводе DRV относительно вывода BATT– в зависимости от тока зарядки
16	REF	Выход образцового напряжения +2 В относительно вывода BATT–

транзистора VT2 в приборе, убеждаются в эффективности функционирования демпфирующей цепи VD3C7R1 БП, после чего прибор отключают, а на плату БП устанавливают микросхему DA1. Устройство готово к использованию.

Стабилизированное напряжение 6 В через разъем XS1 подают на вход ЗУ, схема которого показана на **рис. 3**. Поскольку обычно используют только один конкретный тип аккумуляторов, не имеет особого смысла выполнять устройство универсальным. Описываемый вариант "интеллектуального" ЗУ рассчитан на зарядку Ni-Cd аккумуляторов емкостью 1000 мА·ч. Основа устройства — специализированная микросхема MAX713CPE фирмы Maxim. Функциональное назначение ее выводов приведено в **таблице**.

Как отмечено выше, подобное устройство описано в статье [3]. Однако оно предназначено для зарядки шести аккумуляторов током 0,25 А. Кроме того, совершенно непонятно, почему автор конструкции соединил у микросхемы выводы 1 и 15, тем самым нарушая рекомендации разработчика и исключая одно из "интеллектуальных" свойств ЗУ — прекращать быструю зарядку аккумулятора, когда напряжение на его выводах достигнет некоторого заданного значения. А такое явление весьма возможно, если использовать эксплуатировавшийся несколько лет аккумулятор, и в этом случае дальнейшая его быстрая зарядка небезопасна.

В предлагаемом устройстве можно быстро заряжать один или два аккумулятора (в зависимости от положения переключателя SA1) током 1,1 А, который приблизительно численно равен его емкости. Таймер устройства ограничивает время быстрой зарядки до 66 мин. Погрешность установки таймера — ±15 %, она определяется конструктивными особенностями микросхемы.

По мнению автора, одновременная зарядка двух аккумуляторов целесообразна только в экстренных случаях, когда важно хотя бы частично их зарядить, не добиваясь полной заряженности. Связано это с используемым в микросхеме методом обнаружения окончания зарядки по уменьшению напряжения на аккумуляторе на 2,5 мВ по отношению к его максимальному значению (так называемый метод ΔV). Очевидно, что даже специальным подбором весьма трудно достичь абсолютно равную емкость элементов в батарее. Если емкость заряжаемых аккумуляторов значительно отличается, уменьшение напряжения на одном из них, с меньшей емкостью, может быть воспринято микросхемой, как момент окончания быстрой зарядки. В этом случае для достижения действительно полной заряженности батарею необходимо еще в течение нескольких часов дозаряжать малым током.

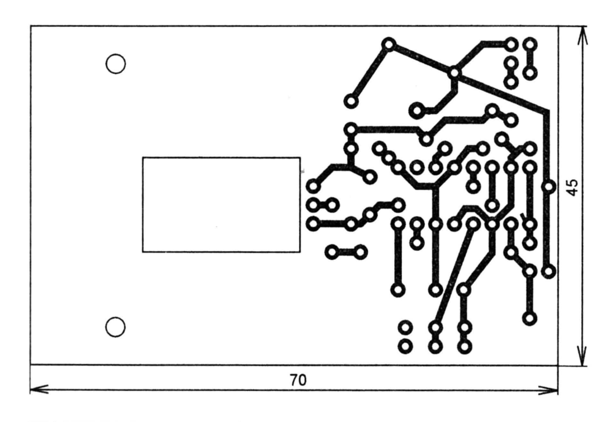
Кроме того, микросхема позволяет за 22 мин проводить так называемую сверхбыструю зарядку током, в 4 раза превышающим емкость аккумулятора. Но здесь следует учитывать тот факт, что ни один производитель не гарантирует длительное сохранение технических характеристик аккумуляторов при такой зарядке. Поэтому объективно обоснованным максимальным можно считать зарядный ток, численно равный емкости аккумулятора.

Алгоритм функционирования зарядного устройства весьма прост. После присоединения заряжаемой аккумуляторной батареи и включения напряжения питания загорается светодиод HL1 "Питание". Микросхема DA1 включает таймер зарядки и измеряет напряжение, приведенное к одному элементу батареи. Если оно менее 0,4 В, включается режим дозарядки малым током, приблизительно равным 30 мА. Как только измеряемое напряжение превысит указанный порог, автоматически включается режим быстрой зарядки током 1,1 А (это значение определяется сопротивлением резистора R5), открывается полевой транзистор в микросхеме, сток которого подключен к выводу 8, и загорается светодиод HL2 "Быстрая зарядка". И при дозарядке, и в случае быстрой зарядки микросхема измеряет падение напряжения на датчике — резисторе R5 и открывает регулирующий транзистор VT1 ровно настолько, насколько это требуется для создания необходимого падения напряжения (при быстрой зарядке — 0,25 В) на датчике тока. Стабилизация тока, таким образом, допускает некоторую нестабильность напряжения питания устройства, но "провалы" напряжения ниже допустимого уровня должны быть исключены, поскольку это может нарушить нормальное функционирование микросхемы.

В процессе зарядки через каждые 42 с ток зарядки выключается на 5 мс и микросхема измеряет напряжение на заряжаемой батарее, "запоминая" динамику его изменения во времени. При подходе к моменту, соответствующему полной зарядке, напряжение на батарее перестает увеличиваться, а затем начинает уменьшаться. Как только напряжение, приведенное к одному аккумулятору, уменьшится на 2,5 мВ, быстрая зарядка сменяется режимом дозарядки. То же самое произойдет, если истечет установленное таймером время или напряжение на аккумуляторе превысит 2 В. Это значение задают напряжением на выводе 1 микросхемы DA1, в нашем случае на него подано образцовое напряжение с вывода 16, равное 2 В. В режиме дозарядки батарея может находиться сколь угодно долго.

Описанное зарядное устройство можно модифицировать. Например, ввести тепловой мониторинг корпуса заряжаемого аккумулятора, что настоятельно рекомендует производитель при сверхбыстрой зарядке. Вместо линейного допустимо применить импульсный режим работы транзистора, регулирующего ток зарядки аккумулятора. Если необходимо, с помощью дополнительных элементов можно снизить ток дозарядки менее 30 мА. Эти и некоторые другие усовершенствования несложно провести, если воспользоваться сведениями о микросхеме MAX713CPE, выложенными на сайте журнала по адресу: **<ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/05/max713.pdf>.**

С микросхемой следует обращаться осторожно. Несмотря на отсутствие в фирменной документации каких-либо предупреждений об опасности воздействия статического электричества, практика показала, что она ему подвержена в очень большой степени. Более того, некоторые радиолюбители, использовавшие ранее КМОП микросхемы с защитными диодами на входах, могли привыкнуть к тому, что их можно впаивать паяльником с рабочим напряжением 220 В. Однако следует помнить, что микросхема MAX713CPE, по сути, — микроконтроллер и прикосновение к выводам паяльником с рабочим напряжением 220 В из-за наводок сетевого напряжения может оказаться для нее убийственным! Поэтому



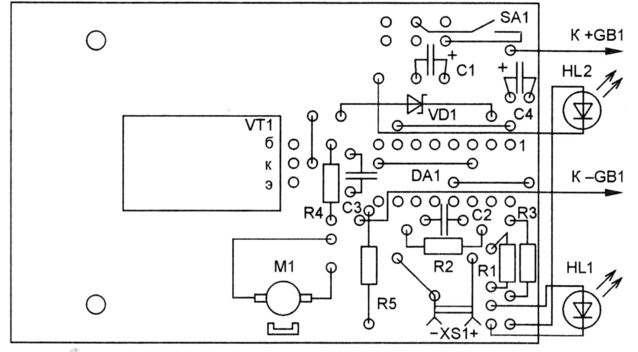


Рис. 4

целесообразно микросхему устанавливать на плату через переходную панель после окончательного завершения всех монтажных работ. Если потребуется изменить подключение выводов программирования или положение переключателя SA1, делать это следует только при выключенном напряжении питания.

ЗУ налаживания не требует, поэтому более подробно охарактеризуем его конструктивные особенности. Смонтировано оно на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, чертеж которой показан на **рис. 4**. Проволочные перемычки впаивают до монтажа микросхемы DA1 или переходной панели для нее. Готовый корпус использован от зарядного устройства XM-508. Из него же взяты светодиоды зеленого (HL1) и красного цвета свечения — HL2 (на схеме указаны возможные отечественные аналоги), а также переключатель SA1.

Резистор R5 — импортный, остальные — МЛТ-0,125 или подобные. Оксидные конденсаторы — любые отечественные или импортные, керамические конденсаторы C2, C3 на номинальное напряжение 50 В и более. Кроме указанного на схеме, можно использовать любой другой транзистор с коэффициентом передачи тока не менее 50, допустимым током коллектора не менее 3 А и напряжением насыщения не более 1,5 В при токе 1 А. Установлен он на теплоотводе размерами 40×32×8 мм, изготовленном из отрезка охлаждающего радиатора от процессора Pentium–100. Когда заряжают один аккумулятор, на транзисторе рассеивается мощность около 4 Вт, поэтому для облегчения его теплового режима в корпус устройства встроен малогабаритный вентилятор обдува процессора Pentium–100 модели DF1204SM, который при напряжении питания 6 В вращается бесшумно, но весьма эффективно. Если устройство использовать всегда для зарядки двух аккумуляторов, вентилятор можно не устанавливать. Конечно, допустимо обойтись вообще без вентилятора, но размеры теплоотвода и соответственно корпуса устройства в этом случае придется увеличить.

При зарядке одного аккумулятора в отсек вместо другого устанавливают замыкающую заглушку либо к свободным зарядным клеммам подключают амперметр на 2...3 А.

ЛИТЕРАТУРА

1. Литий-ионные аккумуляторы. — Радио, 2001, № 7, с. 44, 45.

2. **Григорьев Б.** Алгоритм быстрой зарядки аккумуляторов. — Радио, 2001, № 8, с. 38.

3. "Интеллектуальное" зарядное устройство для Ni-Cd аккумуляторов. — Радио, 2001, № 1, с. 72.

4. **Косенко С.** Эволюция обратноходовых импульсных ИП. — Радио, 2002, № 6, с. 43, 44; № 7, с. 47, 48; № 8, с. 32—35; № 9, с. 24—26.

5. **Косенко С.** Универсальный прибор для проверки ИИП. — Радио, 2003, № 8, с. 38—41.

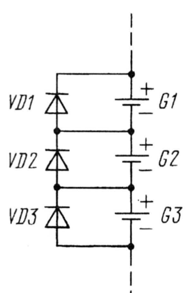
Редактор — В. Чуднов, графика — В. Чуднов

ОБМЕН ОПЫТОМ

Работа батареи аккумуляторов в аварийном режиме

Г. СЕРГЕЙЧИК, г. Ростов-на-Дону

Когда в батарее аккумуляторов один элемент выходит из строя, нарушается работа всей батареи. В тех случаях, если допустимо снижение напряжения, остальные элементы батареи могут продолжить работу в аварийном режиме. Для этого надо сделать так, как показано на **рисунке**.



Параллельно каждому элементу устанавливают диод. Диоды могут быть любыми, ток которых рассчитан на ток нагрузки. Теперь, даже если один элемент дает сбой, то через соответствующий диод остальные элементы могут отдать свою энергию. Конечно, напряжение на батарее будет меньше номинального, но во многих случаях это лучше, чем полное обесточивание питаемого устройства.

Автор применил указанный метод в блоке бесперебойного питания телефона с АОН "Русь-26".

Редактор — В. Чуднов, графика — Ю. Андреев

Подключение принтера CM6313 к IBM PC

С. ТОВКАЧ, г. Новомосковск Тульской обл.

В статье С. Косенко и С. Рыбкина "Стыковка принтера Robotron с компьютером IBM PC", опубликованной в журнале "Радио" № 3 за 2001 г., был описан способ подключения принтера CM6329 к IBM-совместимому компьютеру. Используя этот метод, мне удалось подключить принтер CM6313 к компьютеру на основе процессора Pentium с тактовой частотой 166 МГц, на котором установлена OC Windows98SE.

Правда, при подключении обнаружились два "подводных камня". Во-первых, в комплект принтера уже входили плата интерфейса CENTRONIX (о чем свидетельствовала надпись CEN на корпусе интерфейса) и соединительный кабель, с одной стороны которого установлена 26-контактная вилка формы 102-26 для подключения к интерфейсу, с другой — DB-25M для подключения к LPT порту компьютера.

Во-вторых, после всех подключений и настроек, сделанных в соответствии с вышеуказанной статьей, принтер стал прокручивать бумагу в обратном направлении.

Изучение других подобных принтеров дало следующую информацию: в левом нижнем углу принтера (если смотреть со стороны DIL переключателей) установлены два разъема для подключения шаговых электродвигателей. Левый — разъем электродвигателя подачи бумаги. Все разъемы имеют ключи. И если на вилке разъема для подключения электродвигателя привода каретки ключ есть, то на вилке разъема электродвигателя подачи бумаги он аккуратно спилен. Причем он спилен на всех принтерах, которые удалось посмотреть. Это наводит на мысль, что ключ был удален еще на заводе—изготовителе.

Простая операция "вынул вилку — повернул на 180 градусов — вставил на место" решила проблему, после чего принтер заработал, как надо.

Редактор — В. Чуднов

E-mail: power@radio.ru
тел. 207-89-00

Расчет АЧХ узкополосных фильтров СВЧ

О. СОЛДАТОВ, г. Ташкент, Узбекистан

В журнале "Радио" в 2003 г. была опубликована статья [1] о том, как с помощью компьютерной программы BPF-PP рассчитать полосковый СВЧ фильтр. Радиолюбители, которые ввели ее в свой альбом расчетных программ, могут дополнить ее предлагаемым блоком, который совместно с программой BPF-PP позволит не только определить физические размеры элементов конструкции узкополосного фильтра, но и проанализировать его частотные зависимости коэффициентов передачи и отражения.

Для лучшей читаемости результатов расчета они выводятся на экран монитора в виде графиков, по которым легко оценить, какие изменения необходимо внести в исходную информацию. Результаты, полученные с помощью этой программы, позволяют еще до изготовления фильтра лучшим образом выбрать материал для микрополосковой конструкции, а также правильно "вписать" его в устройство, для которого он предназначен.

Первое, что необходимо сделать для того, чтобы программа заработала, — это ввести в начальный блок BPF-PP строку за номером 495, которая дополнит сведения о материале заготовки. Она выглядит следующим образом:

495 INPUT"Тангенс угла потерь диэлектрика подложки tg*e4=";TGD:TGD=TGD/10000.

В дополнительном блоке по расчету характеристик фильтра заложена информация о медной фольге, что для подавляющего числа случаев достаточно, но при необходимости можно внести изменения. Как правило, в справочной литературе приведено значение тангенса угла потерь, для удобства завышенное в 10000 раз, что и учитывает строка 495.

Далее "сшейте" программу BPF-PP и дополнительный программный блок со строки 830 в единое целое. Желательно изменить имя "сшитой" программы, например, на BPF-PPGR, в котором буквы GR напомнят, что она представит и графический материал.

Теперь в качестве примера выполним расчеты фильтра для двух различных фольгированных материалов.

Введем параметры фильтра (десятичные запятые, как это принято, заменены точками):

Порядок фильтра <2—9>? 4
Тип фильтра–? T
Сопротивление нагрузки RN, Ом? 50
Границы полосы пропускания, ГГц:
Верхняя ? 2.8
Нижняя ? 2.4

Далее программа высвечивает на экране центральную частоту полосы пропускания: F0 = 2.592296 ГГц.

Первый вариант выполнен на основе фольгированного стеклотекстолита с наполнителем из эпоксидной смолы:

Толщина фольги, t, мм ? 0.05
Толщина подложки h, мм ? 2
Диэлектрическая проницаемость E ? 4.8
Тангенс угла потерь диэлектрика подложки tg*e4=? 250

Программа выполняет расчет на пятидесяти значениях частоты, лежащих внутри полосы пропускания, и на двадцати пяти значениях на каждом скате частотных характеристик, которые предлагает для просмотра сообщением на экране:

Просмотр графиков: Кн — ввести '1'; Км(лог)–'2'; Гвх–'3'.

График **Кн** отображает частотную характеристику коэффициента передачи по напряжению. Вид его совпадает с тем, что мы привыкли видеть на экране характериографа при использовании детекторной головки с линейной характеристикой. График **Км** — это логарифмическая зависимость коэффициента передачи мощности от частоты. И последний график — **Гвх** — отображает коэффициент отражения мощности от входа фильтра. Подобное изображение (как огибающую) можно наблюдать, если подключить фильтр к генератору качающейся частоты (ГКЧ) через рефлектометр.

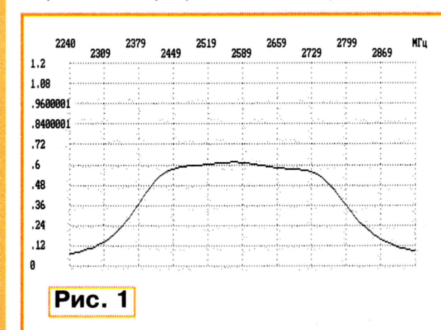


Рис. 1

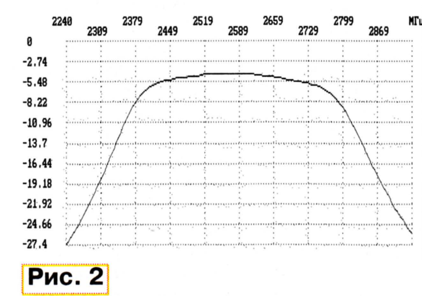


Рис. 2

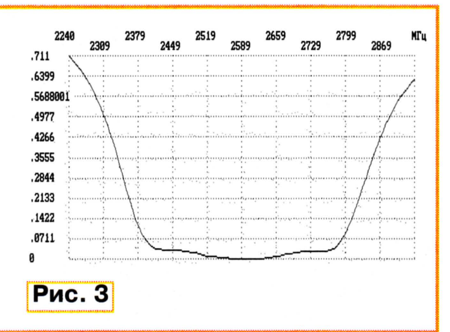


Рис. 3

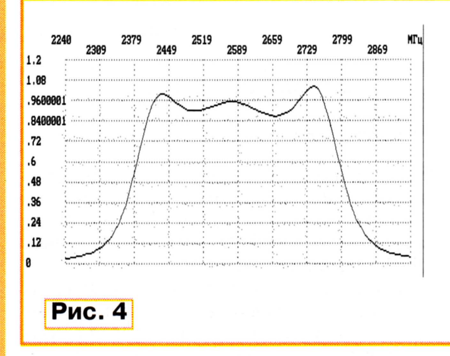


Рис. 4

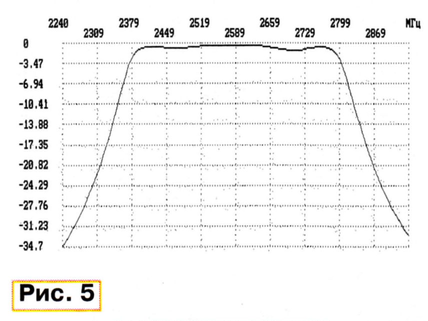


Рис. 5

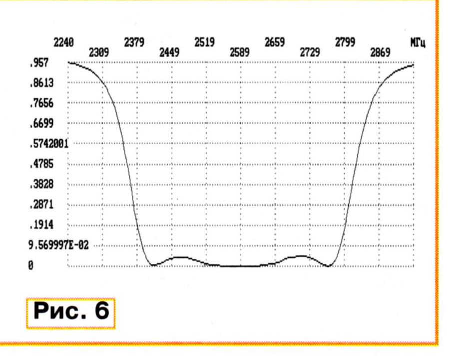


Рис. 6

Если блоки программы "сшиты" правильно, то на экране появятся графики, показанные на **рис. 1—3**. Они отображают результаты расчета по первому варианту — для стеклотекстолита.

Для второго варианта фильтра — на материале ФЛАН — введем:

Толщина фольги t, мм ? 0.05
Толщина подложки h, мм ? 2
Диэлектрическая проницаемость E ? 3.8
Тангенс угла потерь диэлектрика подложки tg*e4=? 12

В результате расчета получим еще три графика — **рис. 4—6**.

Сравнение соответствующих графиков обоих вариантов ясно показывает, что применение фольгированного стеклотекстолита на основе эпоксидной смолы приводит к плохим результатам на этом частотном участке. На более

E-mail: misc@radio.ru тел. 207-88-18

высокой частоте и меньшей ширине полосы пропускания параметры будут еще хуже. Большое затухание сигнала обусловлено низкой добротностью резонаторов фильтра — менее 40 ($Q<1/tg\delta$), из-за чего построение фильтра с удовлетворительными характеристиками на этом материале потребует большого труда.

Предлагаемая программа дает минимум того, что необходимо для создания фильтра СВЧ. Тем, кто пожелает ее совершенствовать, можно предложить создать блок, предусматривающий внесение изменений в параметры инверторов JY(k,k+1), например, внесением изменений в значения коэффициентов A(k), A(k+1) и т. д. с целью определения более приемлемых.

Не следует расширять частотную полосу анализа характеристик фильтра, так как эквивалентная модель правдива только в полосе пропускания и небольших прилегающих областях. Также не следует использовать эту программу для частоты более 5...6 ГГц, поскольку ширина микрополосковых резонаторов становится соизмеримой с длиной и увеличиваются погрешности из-за краевого эффекта, которые здесь учтены простейшим образом.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Солдатов О.** Расчет полосковых СВЧ фильтров. — Радио, 2003, № 6, с. 29, 30.

2. Микроэлектронные устройства СВЧ (под ред. Васильева Г. И.). — М.: Высшая школа, 1986.

3. **Маттей Г. Л., Янг Л., Джонс Е. М. Т.** Фильтры СВЧ, согласующие цепи и цепи связи, т. 1 и 2. — М.: Связь, 1972.

4. **Фуско В.** СВЧ цепи. Анализ и автоматизированное проектирование. — М.: Радио и связь, 1990.

5. **Ханзел Г.** Справочник по расчету фильтров. — М: Советское радио, 1974.

6. Справочник по расчету и конструированию СВЧ полосковых устройств (под ред. Вольмана В. И.). — М.: Радио и связь, 1982.

Редактор — Л. Ломакин, графика — автора

От редакции. *"Сшитая" программа BPF—PPGR размещена на FTP сервере редакции по адресу:* ***<ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/05/bpf—ppgr.bas>***.

Минимизация гармонических искажений в ламповом усилителе

Окончание. Начало см. на с. 16

Соответственно коэффициент гармоник каскада уменьшился с 0,608 % до 0,078 %, и выходной сигнал имеет более благоприятный спектр. При увеличении уровня выходного сигнала преимущества каскада с источником тока проявляются еще сильнее.

В сводной **таблице** приведены усредненные параметры оптимальных режимов работы всех ламп, а на спектрограммах (**рис. 4—12**) — характерные для некоторых из них спектры гармоник выходного сигнала.

Следует учитывать, что лампы имеют значительный разброс параметров, и полного совпадения параметров каскада при использовании различных экземпляров ламп не будет, но отличия получаются небольшими — 15...25 %. Поэтому и напряжение на сетке лампы охарактеризовано как ориентировочное и служит исходной величиной для проектирования.

Для комбинированных ламп приведены параметры триодной части; пентод 6Ж38П включен в режиме триода (обратите внимание на эту лампу!).

В результате проведенных исследований и измерений нелинейности усилительных триодов, используемых с источником тока в цепи питания и буферным каскадом, автором сделаны следующие выводы.

1. Сравнение полученных результатов с параметрами резистивных каскадов на тех же лампах доказывает, что использование источника тока (даже на транзисторах!) существенно повышает линейность каскада и улучшает спектральный состав выходного напряжения.

2. Высокая линейность каскада с источником тока в цепи питания и улучшение спектра выходного сигнала существенно расширяют круг ламп, пригодных для применения в высококачественных усилителях звуковых частот. Традиционно критикуемые лампы 6Н2П, 6Н3П, 6Н23П показывают отличные результаты по линейности и качеству звука!

Тип лампы	Уровни гармоник, % (по номеру)					Режим лампы			Спектральная стабильность	Рис.
	2	3	4	5	У	U_{A0}, В	I_{K0}, мА	U_C, В*		
6Г2	0,079	0,043	0,018	0,008	0,092	195	1,3	–0,7	Средняя	—
6Ж38П	0,036	—	—	—	0,036	220	8	–5,3	Высокая	4
6Н1П	0,074	—	—	—	0,074	200	4	–4	Средняя	5
6Н2П	0,046	0,0063	0,004	—	0,046	150	1,4	–0,23	Низкая	6
6Н3П	0,15	—	—	—	0,15	210	4,3	-4,7	Средняя	7
6Н5П	0,11	—	—	—	0,11	177	4,3	–6,9	Высокая	8
6Н8С	0,078	—	—	—	0,078	190	5	–6,6	Высокая	3
6Н9С	0,0062	0,01	0,003	—	0,012	190	2,4	–0,9	Низкая	9
6Н15П	0,11	—	—	—	0,11	200	5	–4,3	Высокая	10
6Н16Б	0,054	—	—	—	0,054	176	4	–6,4	Высокая	11
	0,34	0,01	—	—	0,34	33	1,4	–0,41	Высокая	—
6Н23П	0,12	0,002	—	—	0,122	143	4,3	-3,8	Средняя	12
6С3П	0,076	0,0097	0,0036	—	0,077	91	7	–0,37	Низкая	—
	0,092	—	—	—	0,092	97	7	–0,54	Высокая	—
6С52Н	0,1	—	—	—	0,1	120	1,7	–1,6	Средняя	—
	0,12	0,013	0,006	—	0,12	46	1,2	–0,41	Средняя	—
6С53Н	0,068	—	—	—	0,068	218	3,2	–2,8	Высокая	—
6Ф3П	0,02	0,014	0,0036	—	0,024	150	3,4	–0,7	Низкая	—
	0,08	—	—	—	0,08	190	3,4	–1,2	Высокая	—
6Ф5П	0,061	0,0037	0,0027	—	0,061	195	4,7	–2	Средняя	—

* Ориентировочное значение.

3. Коэффициент усиления каскада с источником тока стремится к значению, равному величине μ лампы (при достаточно большом входном сопротивлении следующего каскада). В общем случае это позволяет уменьшить необходимое число каскадов при сохранении заданной чувствительности.

4. Уменьшение анодного напряжения лампы приводит к ухудшению линейности каскада. Хотя каскад с источником тока позволяет реализовать такой режим работы для большинства ламп, использовать такие режимы в высококачественных усилителях не рекомендуется. Этот вывод справедлив не только для обычных радиоламп, но и для тех, которые предназначены для работы при низком напряжении. Исследование ламп 6С63Н [1] и 6Н27П (типовое анодное напряжение — 28 В) показало, что наилучшая линейность каскада достигается при гораздо большем анодном напряжении.

5. В случае питания усилителя нестабилизированным напряжением следует использовать лампы с высокой спектральной стабильностью гармоник. Применение стабилизированных источников питания снимает это ограничение и дает возможность использовать все перечисленные здесь лампы со стабильным результатом.

6. Если лампа имеет ярко выраженную зону с низкой стабильностью спектра, то, по-видимому, ее следует избегать, так как сведений о временной стабильности такого режима нет (во всяком случае, у автора). При настройке усилителя с использованием только ИНИ существует опасность попадания именно в такую рабочую зону, так как именно в этом режиме достигается наименьший общий коэффициент гармоник в выходном напряжении каскада.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Карпов Е.** Схемотехника гибридных ламповых усилителей низкой частоты. — Интернет-издание: **http://www.next-power.net/next-tube/ru/index.php3**.

2. **Карпов Е.** Спектры гармоник в электронных лампах. — Радио, 2003, № 11, с. 14—16.

3. **Карпов Е.** Одноламповый усилитель. — Интернет-издание: **http://www.next-power.net/next-tube/ru/index.php3**.

4. **Карпов Е.** ТВЗ в ламповом УМЗЧ. — Радио, 2003, № 4, с. 11—15.

Редактор — А. Соколов, иллюстрации — автора

E-mail: misc@radio.ru
тел. 207-88-18

Экономичный таймер

А. ЕРМАКОВ, г. Нижний Новгород

Предлагаемый таймер — попытка автора найти компромисс между сложностью устройства и его функциональными возможностями. Задачу удалось решить, заставив сравнительно дешевый микроконтроллер PIC12C508A с помощью всего одного входного и трех выходных сигналов управлять многовыводным ЖКИ и определять состояние большого числа органов управления.

Прибор очень экономичен и может работать автономно, подавая звуковой сигнал окончания заданной выдержки. Предусмотрено и управление внешним исполнительным устройством, от которого таймер может получать и питание. В последнем случае его возможности значительно расширены. Минимальная продолжительность выдержки — 1 с, максимальная — 100 час.

Принципиальная схема таймера изображена на **рис. 1**. На элементе DD1.1 собран кварцевый генератор. С выхода элемента DD1.2, снижающего влияние входной цепи микроконтроллера DD3 на генератор (оно особенно заметно при напряжении питания менее 3,5 В) сигнал частотой 32768 Гц поступает на вход встроенного в микроконтроллер DD3 таймера/счетчика.

Коды программы, которую следует с помощью программатора занести в память микроконтроллера, приведены в **таблице**. После включения питания, действуя по этой программе, он настроит линии своего порта ввода/вывода GP2 и GP3 на работу в качестве входов, а GP0, GP1, GP4 и GP5 — выходов и переведет встроенный таймер/счетчик в режим счета импульсов, поступающих на вход GP2. Отсчет времени идет по прерываниям, генерируемым при переполнениях счетчика. Поэтому точность выдержки не зависит от стабильности встроенного в микроконтроллер тактового генератора частотой 4 МГц.

На выход GP0 микроконтроллер выдает сигнал, предназначенный для общего электрода (COM) ЖКИ HG1. Сдвиговый регистр длиной 32 разряда на микросхемах DD4—DD7 служит для формирования сигналов, подаваемых на сегменты всех разрядов индикатора, а также сигналов опроса кнопок SB1—SB12 и переключателя конфигурации S1. Нужные для этого коды поступают в последовательном виде на вход D микросхемы DD4 с выхода GP1 микроконтроллера. На выходе GP4 их сопровождают импульсы сдвига. Необходимо отметить, что подобное применение сдвигового регистра с совмещением функций управления индикатором и опроса органов управления стало возможным благодаря значительной инерционности ЖКИ. Кратковременные "лишние" импульсы на его выводах не вызывают искажения отображаемых индикатором символов.

Для опроса органов управления на выходах сдвигового регистра DD4—DD7 образуется последовательность "бегущий ноль". В результате в тактах, соответствующих нажатым кнопкам или замкнутым контактам переключателя S1, логический уровень на входе GP3 микроконтроллера низкий, а в остальных —

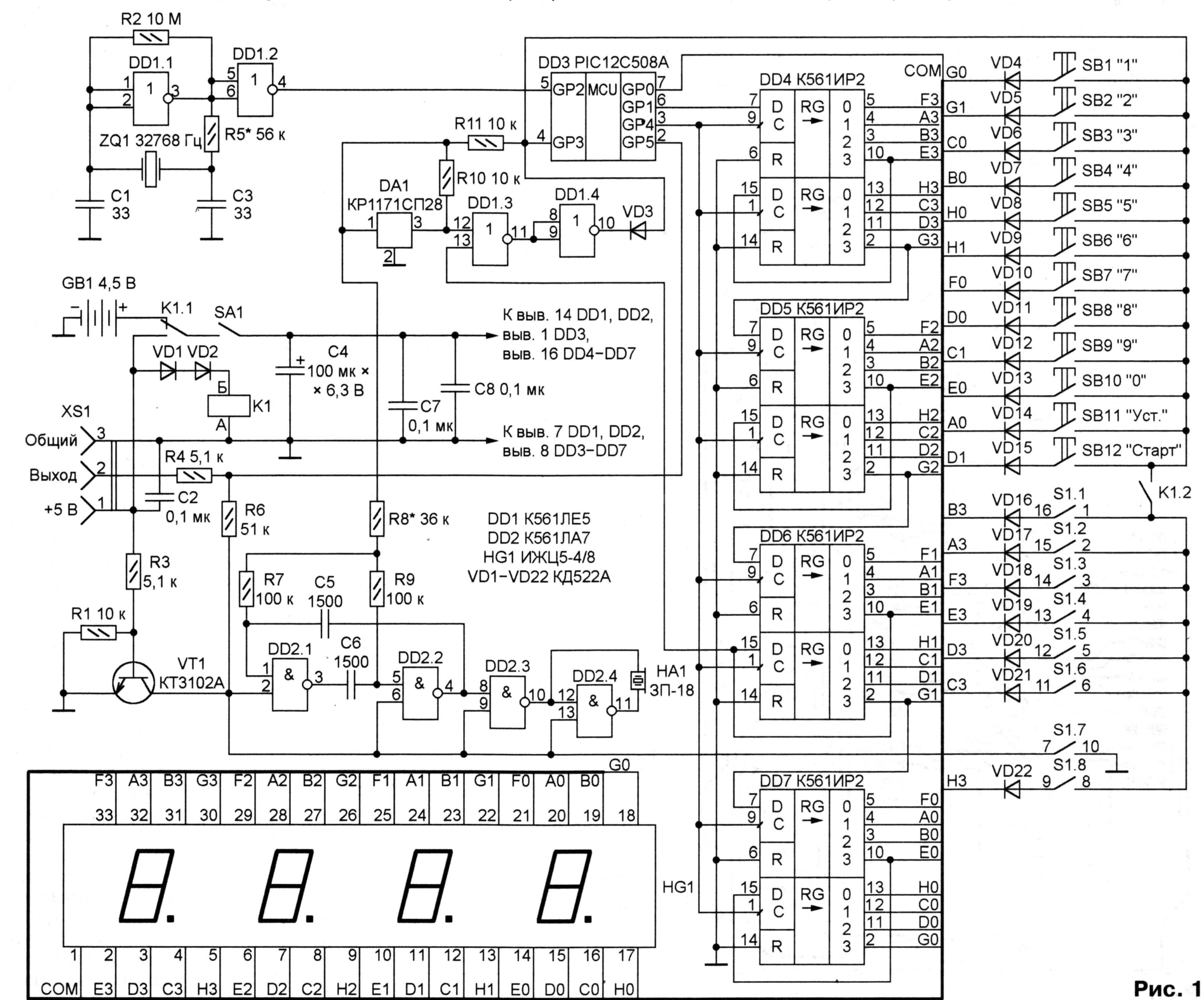


Рис. 1

```
:100000002500040OB00C02000C0C06006600610024
```


высокий. При низком логическом уровне на выводе 10 микросхемы DD6 микроконтроллер анализирует сигнал, вырабатываемый детектором понижения напряжения питания DA1 и приходящий на вход GP3 через элементы DD1.3, DD1. 4 и диод VD3.

Сигнал окончания выдержки, сформированный микроконтроллером на выходе GP5, поступает на выход прибора (контакт 2 розетки XS1) через защитный резистор R4. Этот же сигнал управляет генератором на микросхеме DD2, настроенным на 4200 Гц — резонансную частоту пьезоизлучателя HA1. В результате таймер подает звуковой сигнал. Звук можно отключить, замкнув контакты S1.7.

В автономном режиме прибор питает гальваническая батарея GB1. Обмотка реле K1 обесточена, и его разомкнутыми контактами K1.2 переключатель S1 (за исключением упомянутой выше группы контактов) отключен от входа микроконтроллера. Это сделано для уменьшения приблизительно на 0,5 мА потребляемого прибором тока, который в данном случае не превышает 1 мА (плюс еще 2 мА при работе звукового генератора). Цена экономии — таймер работает автономно в единственном режиме: обратный отсчет времени — в секундах, сигнал об окончании выдержки — непрерывный длительностью 1 мин., до истечения которой он может быть прекращен нажатием на любую кнопку. Нажатия кнопок в этом режиме сопровождаются короткими звуковыми сигналами.

Если подать на контакты 1 и 3 розетки XS1 напряжение 5 В от внешнего источника, реле K1 сработает, отключив батарею и подключив к микроконтроллеру переключатель S1. Диоды VD1, VD2 уменьшают напряжение на обмотке реле K1 до допустимого значения. Они же предотвращают пе-

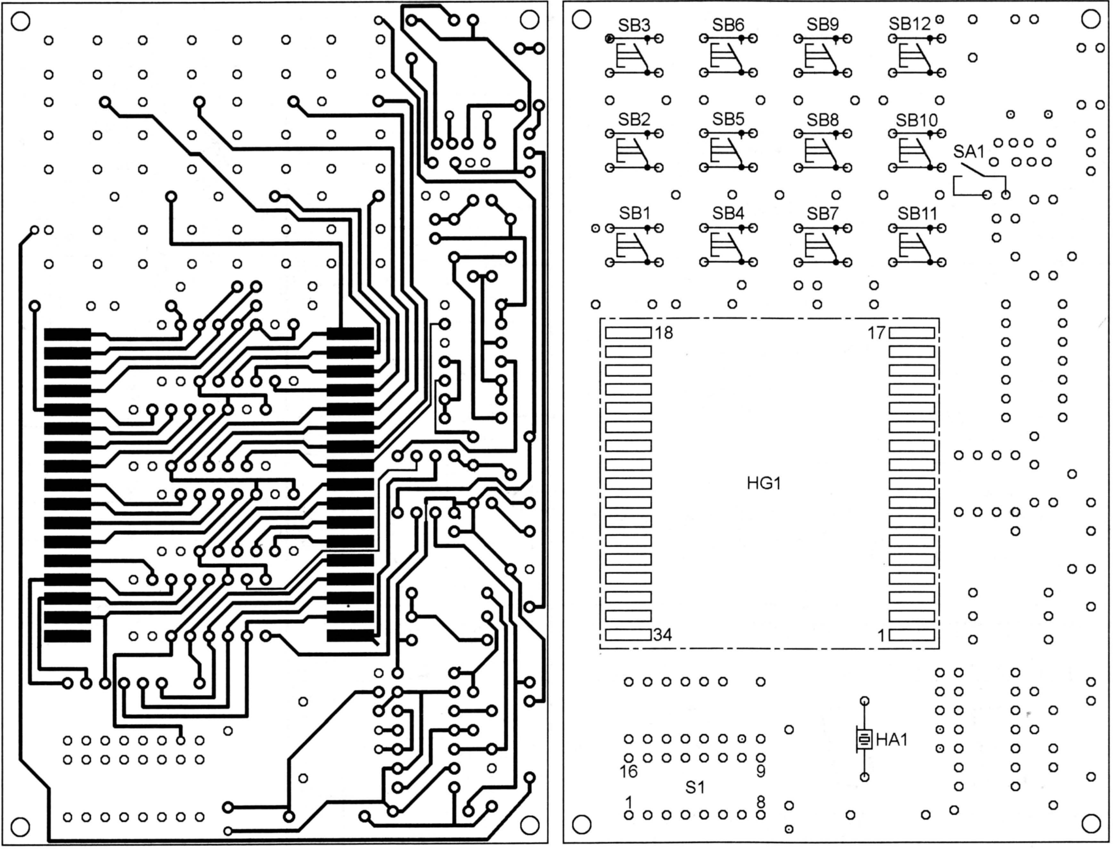
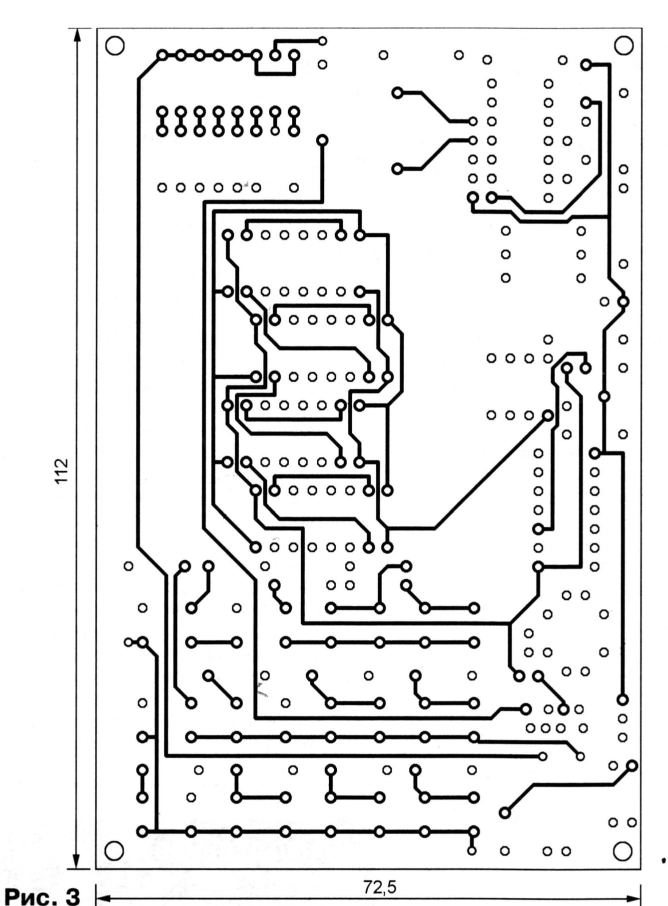


Рис. 2



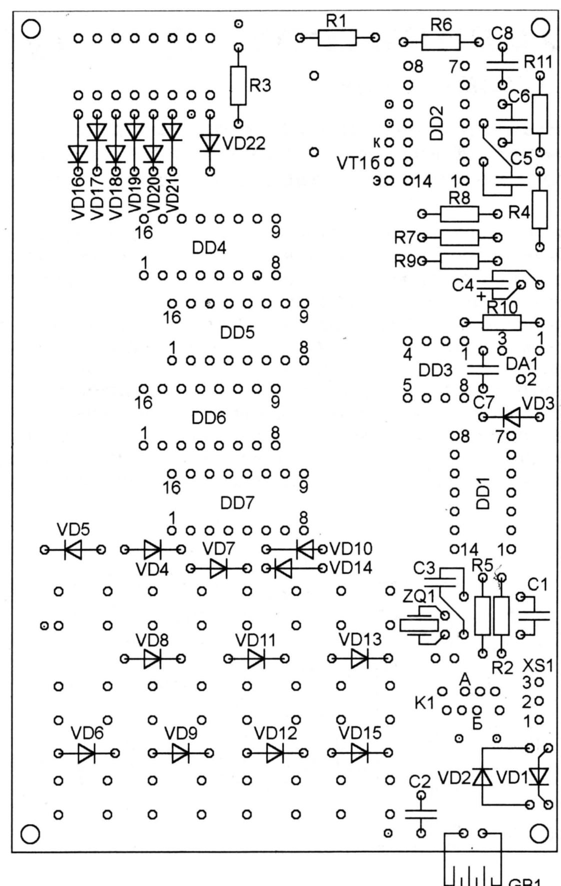


Рис. 3

реключение таймера на внешнее питание при неправильной полярности последнего.

Теперь, замкнув контакты S1.1, можно вести счет времени в минутах, а с помощью S1.2 изменить его направление с обратного на прямое (показания индикатора в процессе счета будут увеличиваться). Следующие четыре группы контактов управляют форматом сигнала окончания выдержки. S1.3 делает сигнал непрерывным или прерывистым, S1.4 снимает или устанавливает ограничение длительности сигнала, S1.5 инвертирует его (звуковой сигнал, если он включен, будет звучать во время выдержки и прекратится по ее истечении). А при замкнутых контактах S1.6 принудительное отключение сигнала окончания выдержки произойдет только с запуском нового цикла ее отсчета нажатием на кнопку "Старт".

Назначение контактов S1.7, о котором было сказано выше, остается неизменным. С помощью S1.8 отключают "звуковое сопровождение" нажатий клавиш и соответствующие короткие импульсы на контакте 2 розетки XS1.

Так как микроконтроллер анализирует состояние переключателя S1 только один раз (сразу после включения питания), чтобы задействовать внесенные во время работы прибора изменения, нужно выключить и вновь включить питание.

При внешнем питании генератор звукового сигнала заблокирован открывшимся транзистором VT1. Если в блокировке нет необходимости, транзистор и резисторы R1 и R3 не устанавливают.

Сразу после включения прибора во все разряды индикатора выведены нули, а десятичные точки мигают, указывая, что таймер ждет ввода значения выдержки. После введения каждой цифры точка в соответствующем разряде мигать перестает. Попытки ввести в третий разряд цифры 6—9 останутся безуспешными. Здесь должна быть цифра, не превышающая 5. Максимальное значение, которое можно задать (9959), соответствует 99 мин. 59 с или 99 час 59 мин в зависимости от выбранной единицы счета (секунда или минута). Если при вводе допущена ошибка, следует нажать кнопку SB11 ("Уст.") и ввести нужное значение заново.

Таймер начинает отсчет выдержки с нажатием кнопки SB12 ("Старт"). О том, что отсчет идет, свидетельствуют изменяющееся раз в секунду или минуту значение на индикаторе и непрерывно "бегущая" по его разрядам точка. Чтобы остановить таймер, достаточно еще раз нажать кнопку "Старт". При идущем счете прибор реагирует только на нее. Кнопка "Уст." действует, только когда счет остановлен.

Если до завершения счета напряжение питания снизилось до 2,8 В, во всех разрядах индикатора будут включены десятичные точки. Когда счет не идет, о падении напряжения ниже указанного предупредит выведенная на индикатор надпись

L.b.A.t.

— стилизованное "low battery" ("батарея разряжена"). Работа таймера при меньшем напряжении не гарантирована и зависит от свойств установленных в нем экземпляров микросхем. Громкость звукового сигнала резко уменьшается уже при напряжении 3,5 В.

Таймер собран на двусторонней печатной плате. На **рис. 2** показана ее сторона, на которой размещены индикатор HG1, кнопки SB1—SB12 (TS-A3PS-130 или аналогичные), выключатель SA1 и звуковой излучатель HA1. Все остальные элементы установлены на обратной стороне, показанной на **рис. 3**, а батарея GB1 (три гальванических элемента типоразмера AA) — в контейнере вне платы.

Вместо микроконтроллера PIC12C508A подойдут без изменения программы PIC12C508, PIC12C509 или PIC12C509A. Реле K1 — РЭС60, исполнение РС4.569.435-04 или РС4.569.435-09. Кварцевый резонатор ZQ1— в малогабаритном цилиндрическом корпусе. Учтите, резонаторы большого размера плохо работают при пониженном напряжении питания.

При налаживании прибора постоянный резистор R8 временно заменяют переменным номиналом 100 кОм и с его помощью подбирают частоту звукового сигнала по максимальной громкости. Измерив введенное сопротивление переменного резистора, устанавливают вместо него постоянный ближайшего номинала. Для устойчивой работы кварцевого генератора во всем интервале изменения питающего напряжения может потребоваться подборка резистора R5.

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

"Удлинитель" для пульта ДУ

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Редакция уже публиковала материалы о системах передачи команд ИК излучения с пультов ДУ из одной комнаты в другую. Здесь помещена статья о еще одном варианте такой системы.

В настоящее время наличие нескольких телевизоров в одной квартире не редкость. При этом источниками сигнала, кроме антенны, могут быть также видеомагнитофон, проигрыватель видеодисков, спутниковый тюнер и т. д., а для передачи сигнала между ними и телевизорами может быть применена домашняя телесеть. Если источник сигнала и его потребитель находятся в различных комнатах, то возникает проблема управления источником сигнала. Например, если спутниковый тюнер расположен в одной комнате, а телевизор в другой, то управление первым из них может оказаться затруднительным, что вызывает определенные неудобства. Поможет в этом случае "удлинитель" пульта ДУ, один из вариантов которого рассмотрим ниже.

Принципиальная схема "удлинителя" показана на **рис. 1**. Принцип его работы очень прост. В комнате, где находится телевизор, размещают приемник ИК сигналов пульта ДУ. По командам с пульта, например, ресивера он формирует электрические сигналы, полностью аналогичные сигналам пульта. Передаваемые по соединительным проводам они воздействуют на излучающий диод ИК диапазона, размещенный в комнате, где установлен ресивер. Так из одной комнаты можно управлять устройством, расположенным в другой.

В устройстве применена специализированная микросхема К1056УП1, на входе которой включен фотодиод BL1 ИК диапазона. На выходе микросхемы (вывод 10) формируются электрические импульсы, по структуре аналогичные импульсам пульта ДУ. Эти импульсы поступают на вход эмиттерного повторителя на транзисторе VT1, с выхода которого электрические сигналы проходят по соединительным проводам на излучающий диод VD2 ИК диапазона.

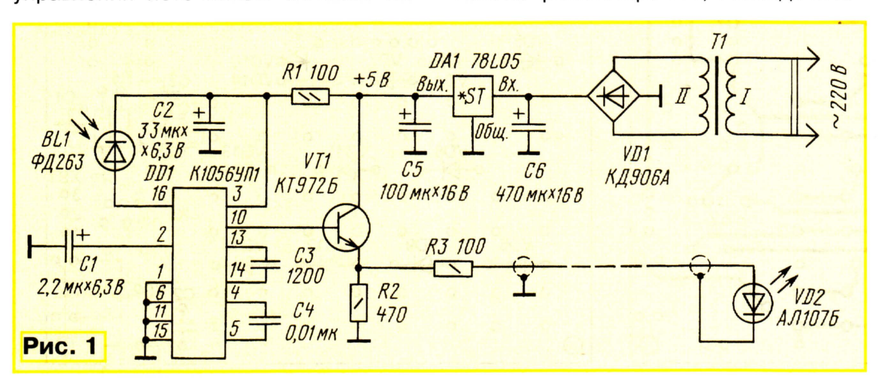


Рис. 1

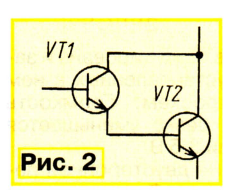


Рис. 2

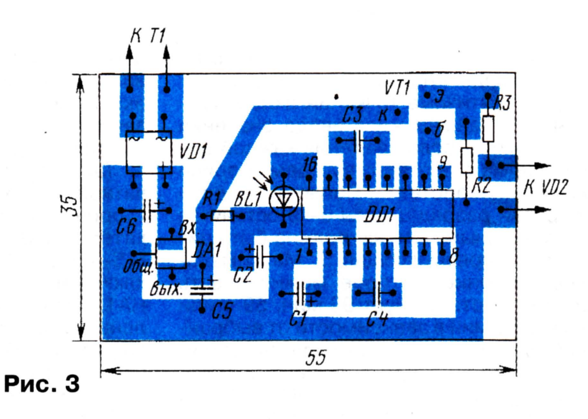


Рис. 3

Устройство питается от сетевого блока, собранного на понижающем трансформаторе Т1, выпрямителе на диодном мосте VD1, сглаживающем конденсаторе С6 и стабилизаторе напряжения на микросхеме DA1. Блоком питания может служить и сетевой адаптер с выходным, обязательно стабилизированным, напряжением 5 В и током до 100 мА.

В устройстве, кроме указанных на схеме, можно применить ИК фотодиоды ФДЗА, КФД11, излучающие ИК диоды АЛ106, АЛ107, АЛ156 с любым буквенным индексом. Транзистор КТ972 также может быть с любым буквенным индексом, но его можно заменить на два транзистора КТ315 тоже с любым буквенным индексом, включенных по схеме составного транзистора (**рис. 2**). Диодный мост КД906А заменяем мостом КЦ407 или отдельными диодами КД102А, КД102Б, КД103А, КД103Б, КД105Б или аналогичными. Оксидные конденсаторы — К50 или аналогичные импортные, неполярные — КЛС, К10-17. Резисторы — МЛТ, С2-33, Р1-4. Соединительными проводами могут быть любые подходящие: телефонный двухжильный кабель, экранированный провод или два отдельных изолированных провода диаметром 0,1—0,5 мм и длиной до 20 м.

Большинство деталей размещают на печатной плате из односторонне фольгированного стеклотекстолита, эскиз которой представлен на **рис. 3**. Вместо микросхемы К1056УП1 можно применить TBA2800 с учетом того, что у нее не 16, а 14 выводов. Причем микросхему можно установить на плату, не используя контактные площадки под выводы 8 и 9 микросхемы К1056УП1, как бы обрезав их. Назначение выводов 10—16 микросхемы К1056УП1 аналогично номерам выводов 8—14 у TBA2800 соответственно.

При исправных деталях и правильном монтаже устройство налаживания не требует. Необходимо только разместить в удобном месте приемник ИК команд в одной комнате и излучающий диод в другой.

Редактор — А. Михайлов, графика — Ю. Андреев

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

Защита телефонного аппарата

А. ЕКИМОВ, с. Омутинское Тюменской обл.

У автора предлагаемой статьи в одну из гроз буквально взорвался электронный телефонный аппарат с определителем номера звонящего абонента (АОН). То же самое случилось у соседей. Пришлось купить новый телефон и заняться изготовлением защитного устройства, попутно решив задачу подавления помех телевизионному приему, создаваемых аппаратом с АОН.

В проводных линиях связи нередко возникают перенапряжения, вызванные воздействием атмосферного электричества и грозовых разрядов. Особенно в сельской местности, где связь ведется по проводам, подвешенным на столбах. Напряжение как между проводами линии, так и между проводами и землей может достигать сотен и даже тысяч вольт.

Конечно, для обычного телефонного аппарата, хорошо изолированного от земли, опасны лишь прямые удары молнии в провода. Некоторые элементы аппарата, не снабженного никакой защитой, могут быть просто уничтожены протекающим в момент разряда током. А вот электронная "начинка" современного телефона гораздо менее стойка, ее способны повредить даже сравнительно слабые импульсы, наведенные в телефонной линии далекими грозовыми разрядами.

Для аппарата, питающегося от сети, опасность представляет и разность потенциалов, возникающая между землей и телефонной линией под действием атмосферного электричества. Приложенная между вторичной и первичной (обычно заземленной через сеть) обмотками трансформатора питания, она может вызвать пробой межобмоточной изоляции.

Схема устройства защиты установленного в сельском доме телефонного аппарата приведена на **рис. 1**. Резисторы R1—R4 и конденсаторы C1, C2 смонтированы на плате из фольгированного стеклотекстолита. В фольге вырезаны площадки для пайки деталей (**рис. 2**). Функции разрядников F1 и F2 выполняют свободные от металла зазоры шириной 0,3...0,5 мм. Плату в металлическом экране (автор применил корпус автомобильного реле-регулятора) крепят на стене дома у ввода телефонной линии и соединяют кабелем со стандартной телефонной розеткой X1, установленной внутри помещения. Экран и основную часть фольги на плате заземляют, соединив их проводом сечением 2,5 мм^2 и более с вбитым неподалеку в грунт металлическим штырем длиной не менее 1,5 м.

Рис. 1

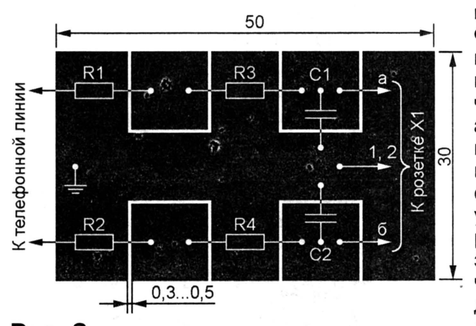


Рис. 2

При прямом ударе молнии в линию пробиваются разрядники F1 и F2, замыкая ток на землю. Ограничительные резисторы R1 и R2 при этом, как правило, сгорают, поэтому монтировать их следует таким образом, чтобы замена не представляла трудности. Цепи R3C1 и R4C2 дают дополнительную защиту. В течение короткого грозового импульса напряжение на конденсаторах не успевает нарасти до опасного значения.

Описанного узла вполне достаточно для обычного не имеющего электронных узлов телефона, который можно подключать прямо к розетке X1. А вот электронный аппарат требует дополнительной защиты. Две пары соединенных встречно-последовательно диодов VD1VD2 и VD3VD4 в нормальных условиях тока не проводят. Но если напряжение между одним или обеими проводами линии и землей превысит допустимое обратное для диодов, произойдет их пробой и накопленный линией статический заряд "стечет" в землю. Как правило, пробой обратим, но диоды все-таки нужно периодически проверять и при необходимости заменять. Последняя ступень защиты (стабилитроны VD5 и VD6) ограничивает напряжение на входе аппарата безопасным для него значением. Чтобы не создавать нагрузки на телефонную станцию, их напряжение стабилизации должно с некоторым запасом превышать 60 В для отечественных или 48 В для импортных АТС.

Дроссели L5 и L6 препятствуют прохождению в телефонную линию радиопомех, генерируемых электронными узлами телефона с АОН, а дроссели L1—L4 совместно с конденсаторами C3 и C4 образуют фильтр нижних частот, понижающий уровень радиопомех, проникающих в осветительную сеть.

Конденсаторы C1, C2 — К15-5. Диоды VD1—VD4 должны быть однотипными с $U_{обр}$ более 100 В. Применять диоды с $U_{обр}$ выше 500 В нецелесообразно, это не даст защитного эффекта.

Устройство эксплуатировалось с телефонными аппаратами "РУСЬ классика версия 27 PRO" и "Спектр-315" как по отдельности, так и соединенными параллельно. В течение лета было три сильных грозы. В результате одной из них вышли из строя резисторы R1 и R2. Остальные элементы, в том числе диоды VD1—VD4, остались целыми. Повреждения телефонных аппаратов не было.

Не допускается эксплуатация грозозащитного устройства без подключения его к заземлителю. Ни в коем случае не используйте "суррогатное" заземление, в том числе нулевой провод электросети. Не производите монтаж или замену элементов при приближении или во время грозы. Это опасно для жизни!

Редактор — А. Долгий, графика — А. Долгий

E-mail: dom@radio.ru
тел. 208-28-38

Ремонт привода бокового зеркала

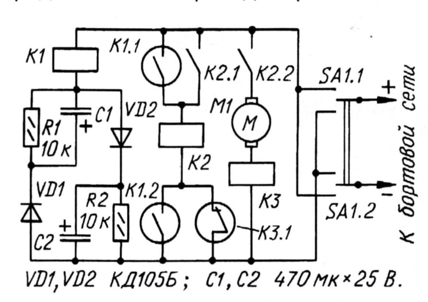
М. ФЕДОТОВ, г. Северск Томской обл.

Это устройство предназначено для управления двигателем привода бокового зеркала автомобиля NISSAN BLUEBIRD производства Японии. У этой машины предусмотрены как раздельные регулировки положения левого и правого боковых зеркал с места водителя, так и общий переключатель, позволяющий либо прижать их к кузову (закрыть), либо вернуть в рабочее положение (открыть). В механизме привода каждого зеркала есть узел, выключающий электродвигатель, когда оно, поворачиваясь, достигает упора.

У моего автомобиля отказал узел управления приводом левого зеркала. Правое при этом регулировалось, открывалось и закрывалось нормально. Взамен вышедшего из строя узла я изготовил и установил самодельный на трех электромагнитных реле.

Переключатель управления зеркалами SA1 (см. **схему**) расположен на панели приборов и имеет три фиксированных положения. В среднем положении питание на зеркала не подается, правое положение рукоятки переключателя обозначено на панели приборов как "зеркала открыты" и левое — "зеркала закрыты". В зависимости от положения рукоятки переключателя меняется полярность напряжения питания привода двигателя и он соответственно поворачивает зеркало либо в положение "открыто", либо — "закрыто".

Если перевести переключатель SA1 в верхнее по схеме положение, в результате протекания тока зарядки конденсатора C2 на короткое время срабатывает герконовое реле K1. Это время зависит от емкости конденсатора и сопротивления обмотки реле; при выбранных типономиналах оно равно 1...2 с. Контактами K1.1 оно включает реле K2, которое контактами K2.1 самоблокируется, а контактами K2.2 включает электродвигатель M1 привода зеркала.



После зарядки конденсатора C2 реле K1 отпускает якорь и ток через его обмотку будет определен, в основном, сопротивлением резистора R2. Резистор R2 выбирают таким, чтобы этот ток был меньше тока удержания реле.

После того как двигатель повернет зеркало до упора, ток через обмотку двигателя резко увеличивается, что приводит к срабатыванию герконового реле K3. Контактами K3.1 оно обесточивает реле K2, контакты K2.2 размыкаются и двигатель останавливается. Если даже переключатель SA1 оставлен в крайнем положении, двигатель будет выключен, а потребляемый устройством ток не превысит 1...2 мА.

Если теперь перевести переключатель SA1 в нижнее по схеме положение, то поменяется полярность подаваемого на узел напряжения, но порядок работы устройства останется прежним. Разница лишь в том, что реле K1 включится зарядным током такого же конденсатора C1 и ротор электродвигателя начнет вращаться в противоположную сторону.

Резисторы R1 и R2 необходимы для быстрой разрядки конденсаторов C1, C2 после выключения питания. Контакты K1.2 предотвращают преждевременное отключение реле K2 большим пусковым током электродвигателя, протекающим через обмотку реле K3 и приводящим к кратковременному его срабатыванию.

В приводе использованы герконовое реле РГК15 (K1), паспорт Бг4.569.003-01, РЭС32 (K2), исполнение РФ4.500.335-01. Реле K1 и K2 можно применить любые другие на рабочее напряжение 12 В. Основное требование для K2 — допустимый ток через контакты должен быть не меньше рабочего тока двигателя. Реле K3 — самодельное и представляет собой катушку из 15—20 витков любого изолированного провода диаметром 0,6—0,8 мм, намотанную на оправке диаметром 5 мм (длина намотки — 10...15 мм) и пропитанную клеем "Супермомент". Внутрь этой катушки установлен геркон КЭМ3 с переключающими контактами, из которых использованы замкнутые.

Налаживание устройства состоит в подборке числа витков в катушке герконового реле K3. При слишком большом числе витков оно будет отключать электродвигатель сразу же после включения. Последовательно уменьшая число витков, добиваются устойчивой работы двигателя в нормальном режиме и надежного отключения в крайних положениях.

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

E-mail: car@radio.ru
тел. 207-88-18

НАША КОНСУЛЬТАЦИЯ

БУТОВ А. АКУСТИЧЕСКИЙ ВЫКЛЮЧАТЕЛЬ ОСВЕЩЕНИЯ. — РАДИО, 2001, № 12, с. 30.

Печатная плата.

Чертеж возможного варианта печатной платы устройства изображен на **рис. 1**. На ней размещены все детали,

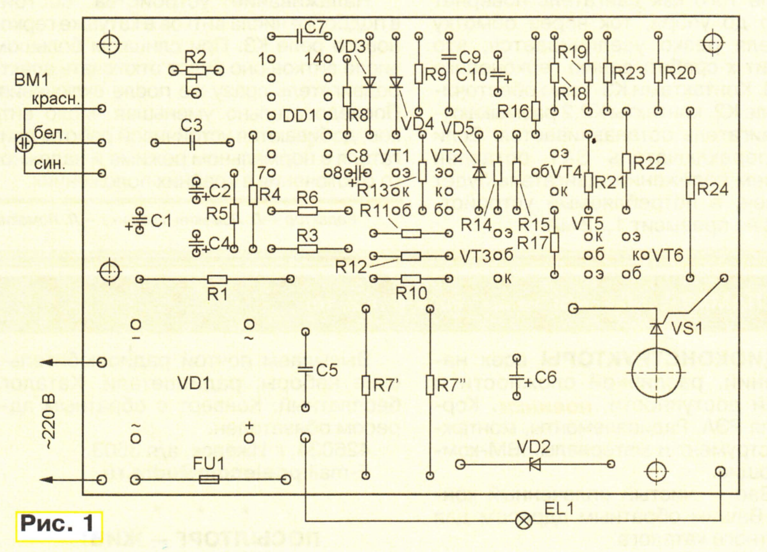


Рис. 1

кроме микрофона. Плата рассчитана на установку постоянных резисторов МЛТ (R7 составлен из двух резисторов МЛТ-2 сопротивлением 15 кОм), подстроечного проволочного СП5-2, конденсаторов К73-17 (С3, С5, С9), К53-19 (С10), К50-35 (остальные) и блока диодов КЦ405Б (VD1).

ДЫЦКОВ М. ПРОСТОЙ ИМПУЛЬСНЫЙ ИСТОЧНИК ПИТАНИЯ. — РАДИО, 2003, № 5, с. 30.

Об использовании ферритовых магнитопроводов вместо пермаллоевых.

Если габариты готового устройства не имеют особого значения, трансформатор Т1 и оба дросселя можно намотать на ферритовых магнитопроводах. Для трансформатора и дросселя L2 используют сердечники Ш6×6 М2000НМ1-17. Обмотки I и II Т1 в этом случае должны содержать соответственно 500 и 35 витков провода ПЭВ-2 0,2, обмотка III (при выходном напряжении 5 В) — 16 витков ПЭВ-2 0,5. Вначале на каркас наматывают 250 витков первичной обмотки, затем — обмотку II, распределив ее витки равномерно по ширине каркаса, поверх нее размещают электростатический экран (один незамкнутый виток медной фольги или один слой провода ПЭВ-2 0,1), затем наматывают обмотку III, еще один экран и, наконец, вторую половину обмотки I. Для изоляции обмоток одна от другой и от экранов используют кабельную бумагу, лакоткань или фторопластовую ленту толщиной 0,1 мм. Выводы экранов подключают к точке соединения конденсаторов С2, С3. Зазор между частями магнитопровода (примерно 0,5 мм) подбирают таким образом, чтобы при максимальной нагрузке частота преобразования равнялась примерно 20 кГц.

Дроссель L2 наматывают проводом ПЭВ-2 0,8 до заполнения окна магнитопровода, немагнитный зазор между его частями — примерно 1 мм.

Дроссель L1 можно заменить двумя отдельными дросселями, каждый из которых намотан проводом ПЭВ-2 0,2...0,25 на ферритовом (600НН) стержне диаметром 2,8...3,5 и длиной 12...20 мм. Число витков — 55...60. Допустимо применение унифицированных дросселей ДМ-0,2 с индуктивностью более 40 мкГн.

ДУДАРЕВ Г. КОДОВЫЙ ЗАМОК. — РАДИО, 2002, № 4, с. 51.

Печатная плата.

Устройство собирают на печатной плате, изготовленной по чертежу, показанному на **рис. 2**. На ней размещают все детали, кроме кнопок SB1—SB10 и динамической головки ВА1. Плата рассчитана на применение резисторов МЛТ и конденсаторов КМ.

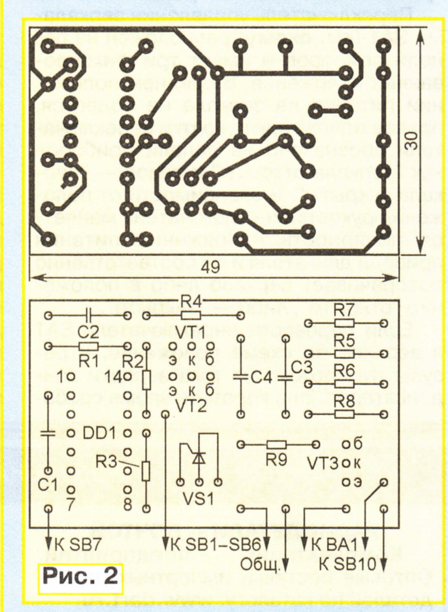


Рис. 2

ОБРАТИТЕ ВНИМАНИЕ

ВОРОНЦОВ А., КОРОТКОВ А. РЕГЕНЕРАТОРЫ СИНХРОИМПУЛЬСОВ ВИДЕОСИГНАЛА. — РАДИО, 2003, № 11, с. 10, 11.

На принципиальной схеме второго регенератора (см. рис. 3 в статье) катод диода VD4 должен быть подключен к входу D и инверсному выходу (выв. 8) триггера DD3.1 (прямой выход — выв. 9 — не используется).

ХАБАРОВ А. ДАТЧИК ДВИЖЕНИЯ. — РАДИО, 2001, № 10, с. 31, 32.

На чертеже печатной платы (см. рис. 2 в статье) полярность включения конденсатора С5 необходимо изменить на обратную, а надписи "~220 В" и "К нагрузке" поменять местами.

Редактор — В. Фролов, графика — В. Фролов

E-mail: consult@radio.ru
тел. 207-89-00

K1464CA1 — два компаратора напряжения с выходом "открытый коллектор"

В корпусе этой микросхемы — два независимых (связанных только цепями питания) компаратора. Каждый из них способен работать в широком интервале значений входного напряжения, питается как от однополярного, так и от двуполярного источника, имеет выход с открытым коллектором. Во входных ступенях компараторов работают p-n-p транзисторы, поэтому входной ток — вытекающий. Входной ток практически не зависит от состояния выхода и сопротивления нагрузки.

К достоинствам компараторов следует также отнести сравнительно низкий потребляемый ток и способность сравнивать входные сигналы, по напряжению близкие к нулевому уровню. Микросхема может быть использована в генераторах импульсов, аналого-цифровых преобразователях, высоковольтных логических элементах, детекторах импульсов и др. узлах. По уровням выходного напряжения компараторы совместимы с элементами ТТЛ, ДТЛ, ЭСЛ и КМОП.

Приборы оформлены в пластмассовом восьмивыводном корпусе двух типов: 2101.8-1 (DIP-8) — К1464СА1Р, для традиционного монтажа и 4303Ю.8-А (SO-8) — К1464СА1Т, для поверхностного монтажа. Чертежи корпусов представлены на **рис. 1**,а и б. По электрическим характеристикам обе микросхемы идентичны. Зарубежный аналог микросхемы К1464СА1 — LM393 (фирмы National Semiconductor Corporation).

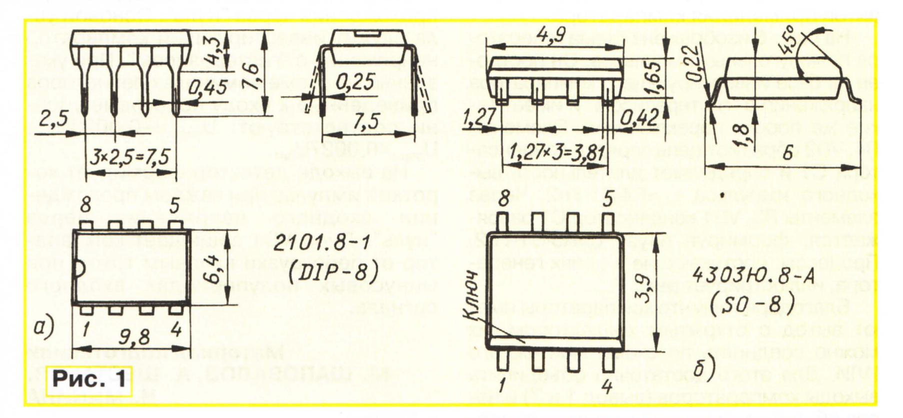


Рис. 1

Цоколевка микросхемы показана на **рис. 2**.

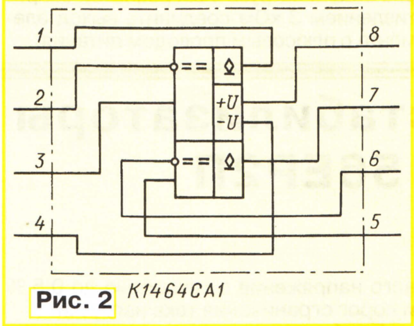


Рис. 2

Основные электрические характеристики

Входное напряжение смещения, мВ, не более, при напряжении питания 5 В и температуре*
- +25 °С 7
- −40...+85 °С 9

Входной ток, нА, не более, при напряжении питания 5 В и температуре
- +25 °С 250
- −40...+85 °С 400

Разность значений тока входов, нА, не более, при напряжении питания 5 В и температуре
- +25 °С 50
- −40...+85 °С 150

Пределы входного синфазного напряжения, В, при напряжении питания 30 В и температуре
- +25 °С ....0...($U_{пит}$−1,5 В)
- −40...+85 °С ....0...($U_{пит}$−2 В)

Потребляемый ток, мА, не более, при неподключенном выходе, температуре +25 °С и напряжении питания
- 5 В 1
- 36 В 2,5

Выходной ток (втекающий), мА, не менее, при напряжении на инвертирующем входе 1 В, нулевом напряжении на неинвертирующем входе, выходном напряжении не более 1,5 В, напряжении питания 5 В и температуре + 25 °С 6

Напряжение насыщения, мВ, не более, при напряжении на инвертирующем входе 1 В, нулевом напряжении на неинвертирующем входе, выходном токе не более 4 мА, напряжении питания 5 В и температуре 25 °С 700

Выходной ток утечки, мкА, не более, при напряжении на неинвертирующем входе 1 В, нулевом напряжении на инвертирующем входе, выходном напряжении 30 В и температуре 25 °С 1

Напряжение питания, В,
- однополярное ....2...36
- двуполярное ....2×1...2×18

Дифференциальное входное напряжение, В ....0...36

* Везде температура окружающей среды.

Предельно допустимые значения

Наибольшее напряжение питания, В 40

Наибольшее входное дифференциальное напряжение, В 40

Наибольший входной ток, мА, при входном напряжении, меньшем −0,3 В 50*

Наибольшая температура кристалла, °С ....+170

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ....−40...+85

Наибольшая температура хранения, °С 150

** Поскольку входные транзисторы имеют структуру p-n-p, при однополярном питании их коллекторы оказываются соединенными с общим проводом. При подаче на вход минусового напряжения (в номинальном режиме оно не должно быть менее нуля) через коллекторный переход входных транзисторов протекает прямой ток — втекающий, в отличие от вытекающего, в нормальном режиме. Указанное значение — предел, на котором входной ток должен быть ограничен в тех случаях, когда описанный режим компаратора возможен.*

Типовая схема инвертирующего компаратора с "гистерезисом" напряжения показана на **рис. 3**. Значения нижнего

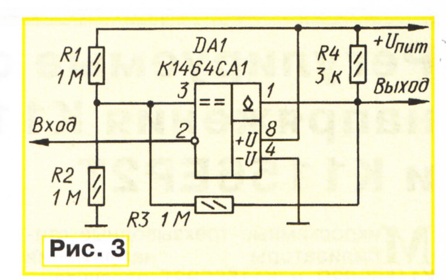


Рис. 3

и верхнего входного порогового напряжения $U_{пор.н}$ и $U_{пор.в}$ определено следующими соотношениями:

$$U_{пор.н} \approx U_{пит}\frac{\frac{R2\cdot R3}{R2+R3}}{R1+\frac{R2\cdot R3}{R2+R3}} \approx U_{пит}\frac{R2\cdot R3}{R1\cdot R2+R1\cdot R3+R2\cdot R3};$$

$$U_{пор.в} \approx U_{пит}\frac{R2}{R2+\frac{R1\cdot R3}{R1+R3}} \approx U_{пит}\frac{R2(R1+R3)}{R2(R1+R3)+R1\cdot R3}.$$

При условии R1=R2=R3

$$U_{пор.н} \approx \frac{U_{пит}}{3}; \quad U_{пор.в} \approx \frac{2U_{пит}}{3}.$$

Значения напряжения на выходе компаратора: $U^0 = U_{нас}$; $U^1 \approx U_{пит} - I_{ут} \cdot R4$. Напряжение насыщения $U_{нас}$ зависит от тока нагрузки:

$$I_н \approx \frac{U_{пит} - U_{нас}}{R4}$$

($I_{ут}$ — выходной ток утечки; ток через резистор R3 при больших значениях сопротивления резисторов R1—R3 можно не учитывать ввиду его малости).

На **рис. 4** представлена типовая схема неинвертирующего компаратора с гистерезисом напряжения. Для него

$$U_{пор.н} \approx U_{пит}\left[\frac{R2(R3+R4)}{R4(R1+R2)} - \frac{R3}{R4}\right];$$

$$U_{пор.в} \approx U_{пит}\frac{R2(R3+R4)}{R4(R1+R2)}.$$

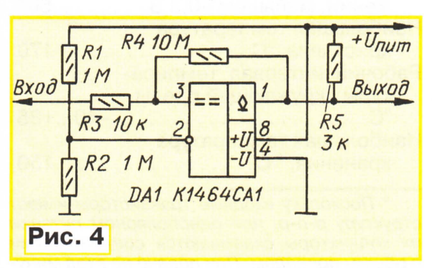


Рис. 4

Передаточные характеристики описанных выше инвертирующего и неинвертирующего компараторов напряжения изображены на **рис. 5**,а и б соответственно.

Следует отметить, что для обеспечения стабильных пороговых значений напряжения питать компаратор, как инвертирующий, так и неинвертирующий, и особенно формирователь образцового напряжения (на рис. 3 и 4 — резистивные делители R1R2) необходимо от стабилизированного источника.

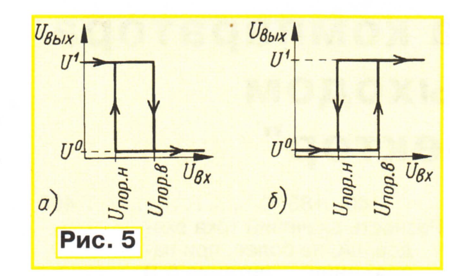


Рис. 5

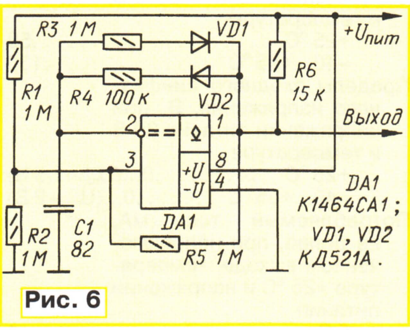


Рис. 6

Рассмотрим кратко несколько вариантов применения компаратора.

На **рис. 6** изображена схема генератора прямоугольных импульсов. Он построен на базе инвертирующего компаратора напряжения с "гистерезисом" и имеет такие же пороги переключения. Элементы R4, VD2 образуют цепь зарядки конденсатора C1 и определяют длительность выходного импульса $\tau_и \approx R4 \cdot C1 \cdot \ell n2$. Через элементы R3, VD1 конденсатор C1 разряжается, формируя паузу $t_п \approx R3 \cdot C1 \cdot \ell n2$. Процессы, протекающие в цепях генератора, иллюстрирует **рис. 7**.

Благодаря тому что компараторы имеют выход с открытым коллектором, их можно соединять по схеме монтажного ИЛИ. Для этого достаточно объединить выходы компараторов (вывод 1 и 7) и через общий нагрузочный резистор сопротивлением 3 кОм соединить выход элемента с плюсовым проводом питания.

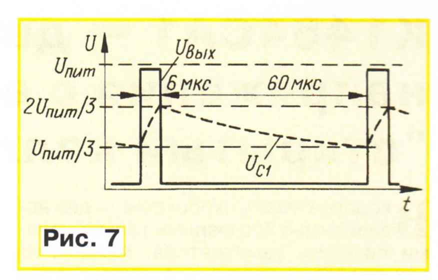


Рис. 7

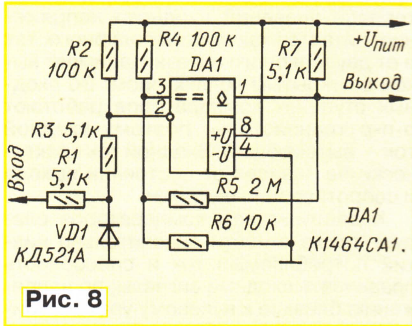


Рис. 8

На **рис. 8** показана схема детектора прохождения через "нуль". Основой узла служит инвертирующий компаратор напряжения с "гистерезисом". При указанных на схеме номиналах резисторов приведенные к входу пороговые уровни соответствуют: $U_{пор.н} \approx -0{,}0023U_{пит}$; $U_{пор.в} \approx 0{,}0027U_{пит}$.

На выходе детектор формирует короткий импульс при каждом прохождении входного напряжения через "нуль". Диод VD1 защищает компаратор от перегрузки входным током при минусовых полупериодах входного сигнала.

Материал подготовили
М. ШАПОВАЛОВ, А. ШЕСТАКОВ, Н. МИНИНА

г. Брянск

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

Регулируемые стабилизаторы напряжения К1156ЕР2П и К1156ЕР2Т

Микросхемные трехвыводные стабилизаторы напряжения К1156ЕР2П и К1156ЕР2Т рассчитаны на ток нагрузки до 1 А и включение в плюсовой провод источника питания. Характерной особенностью этих приборов является способность работать при весьма малой разности значений входного и выходного напряжения. Так, при максимально допустимом токе нагрузки падение напряжения на стабилизаторе не превышает 1,2 В, уменьшаясь с уменьшением нагрузочного тока. Этого удалось достигнуть применением в регулирующем элементе составного p-n-p—n-p-n транзистора (см. схему на **рис. 1**).

Предусмотрена возможность на стадии изготовления микросхемы подстраивать внутренний источник образцового напряжения с точностью до 0,5 % и порог ограничения тока нагрузки.

Приборы оснащены встроенными узлами защиты от замыкания цепи нагрузки и нагревания сверх установленного температурного порога.

В отличие от стабилизаторов группы "Low Drop" (с низким падением напряжения), у которых регулирующий элемент построен на базе p-n-p транзистора и до 10 % входного тока уходит на питание вспомогательных узлов, у приборов К1156ЕР2П и К1156ЕР2Т собственный потребляемый ток протекает через нагрузку, увеличивая КПД стабилизатора.

Микросхемы серии К1156ЕР2 являются электрическими аналогами микросхемы CS5201 и взаимозаменяемы с LT1086.

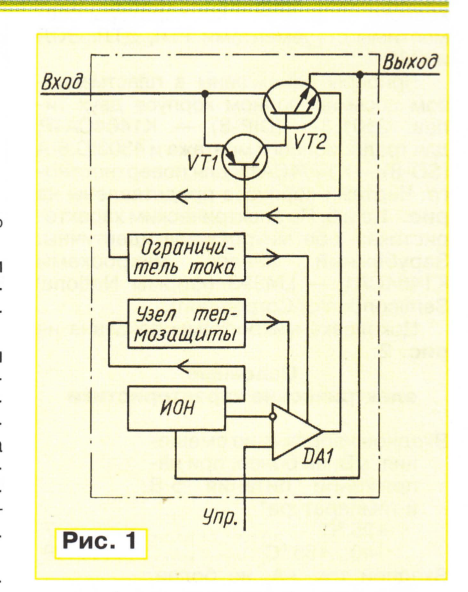


Рис. 1

Приборы К1156ЕР2 выпускают в пластмассовых корпусах с жесткими пластинчатыми лужеными выводами:

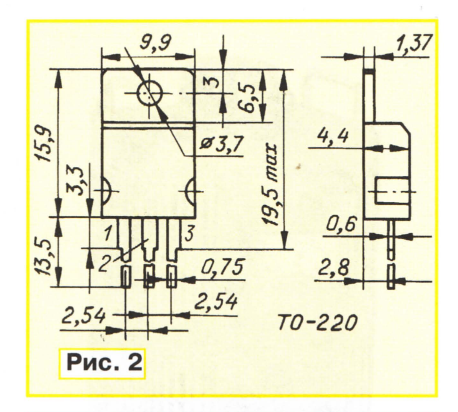


Рис. 2

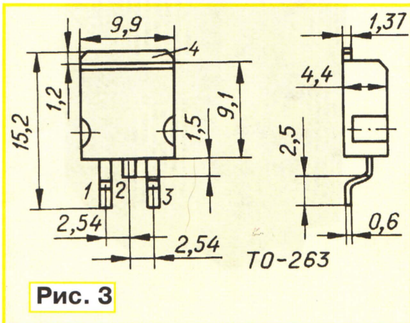


Рис. 3

ТО-220 (КТ-28) — К1156ЕР2П (**рис. 2**) и ТО-263 — К1156ЕР2Т (**рис. 3**). Оба корпуса совершенно одинаковы, разница лишь в конструкции выводов и теплоотводного фланца — К1156ЕР2П предназначены для монтажа традиционным способом, а КТ1156ЕР2Т — для поверхностного (фланец к теплоотводу крепят пайкой); по всем характеристикам — электрическим и тепловым — они идентичны. Цоколевка микросхем: вывод 1 — управляющий; выводы 2 и 4 — выход; вывод 3 — вход.

Основные технические характеристики*

Образцовое напряжение, В, при входном напряжении в пределах от выходного плюс 1,5 В до 7 В и токе нагрузки 10...1000 мА
- минимальное 1,241
- максимальное 1,266

Нестабильность выходного напряжения по входному, %, не более, при входном напряжении в пределах от выходного плюс 1,5 В до 7 В 0,2

Нестабильность выходного напряжения по току нагрузки, %, не более, при изменении тока нагрузки от 10 до 1000 мА 0,4

Минимальное падение напряжения на стабилизаторе, В, при токе нагрузки 1000 мА 1,2

Ток через регулирующий вывод, мкА, не более 100

** При температуре кристалла +25 °С.*

Предельные значения параметров

Наибольшее входное напряжение, В 12

Наименьший ток нагрузки, мА, при котором сохраняется работоспособность стабилизатора 2

Наибольший ток нагрузки, А 1

Порог ограничения выходного тока при замыкании выходной цепи, А ....2,2±0,5

Рабочий интервал температуры окружающей среды, °С ..–40...+85

Максимальная температура кристалла, °С ....+150

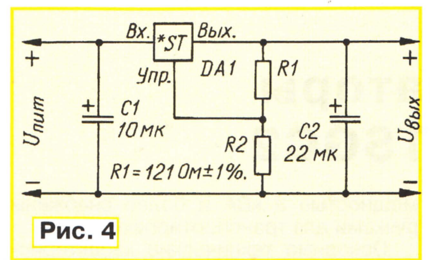


Рис. 4

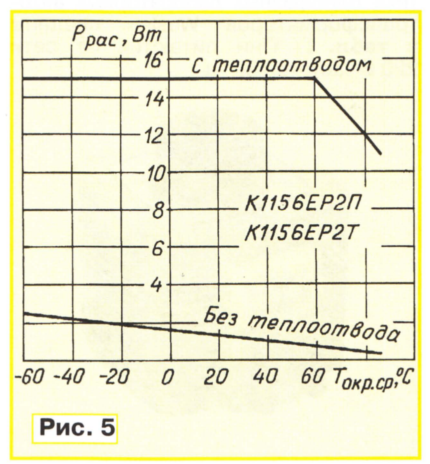


Рис. 5

В качестве теплоотвода для стабилизатора в корпусе ТО-263 (К1156ЕР2Т) можно использовать крупную печатную фольговую площадку на плате. Режим пайки фланца к теплоотводу: температура припоя — не более 265 °С, время пайки — не более 4 с.

Требования к монтажу стабилизаторов серии К1156ЕР2 такие же, как к большинству подобных. Соединительные проводники должны быть предельно короткими. Вход и выход микросхемы следует шунтировать оксидными конденсаторами, причем выход — обязательно, и емкость конденсатора не должна быть менее 10 мкФ. Типовая схема включения показана на **рис. 4**.

Для уменьшения пульсаций выходного напряжения целесообразно между выводом управления стабилизатора и общим проводом включить шунтирующий конденсатор. В этом случае емкость выходного конденсатора необходимо увеличить. Так, для всех случаев подойдет алюминиевый конденсатор емкостью 150 мкФ или танталовый 22 мкФ.

Если необходимо обеспечить высокие характеристики стабилизатора (по устойчивости к самовозбуждению, стабильности выходного напряжения и уровню пульсаций) при минимальной емкости шунтирующих конденсаторов, следует проверять его работу в условиях минимальной температуры кристалла и окружающей среды и максимального тока нагрузки.

Для надежной работы стабилизаторы серии К1156ЕР2 не нуждаются в дополнительных защитных диодах. Ток через управляющий вывод ограничен на безопасном уровне встроенным резистором даже при подключении к этому выводу шунтирующего конденсатора.

Внутренний защитный диод между входом и выходом стабилизатора (на рис. 1 не показан) способен в течение микросекунды выдерживать ток до 100 А. Поэтому только когда выходная емкость превышает 5000 мкФ, целесообразно включение внешнего защитного диода между входом и выходом.

Стабилизатор при работе поддерживает между выходом и управляющим выводом постоянное напряжение 1,25 В. Сопротивление резистора R1 (рис. 4) рассчитывают исходя из минимального тока нагрузки стабилизатора (2 мА). Подборкой резистора R2 устанавливают требуемое значение выходного напряжения. Поскольку вытекающий ток через управляющий вывод намного меньше тока через резистор R1, ток управления обычно не учитывают.

Если нагрузка удалена от стабилизатора, то чем больше нагрузочный ток и сопротивление подводящих проводников, тем больше падение напряжения на них и, следовательно, тем хуже стабильность напряжения на нагрузке. Так, например, если нагрузка подключена медным проводом диаметром 1,29 мм, то при максимальном токе через нее (1 А) на каждом метре проводника будет падать 13 мВ.

При этом паразитное падение напряжения на минусовом проводнике можно скомпенсировать подключением нижнего по схеме вывода резистора R2 непосредственно к нижнему выводу нагрузки. Падение напряжения на плюсовом подводящем проводнике скомпенсировать нельзя никак. Поэтому плюсовой выходной провод стабилизатора должен быть коротким и толстым или, если он печатный, более широким.

Стабилизатор оснащен двумя встроенными защитными устройствами. Одно из них следит за нагрузочным током. Если он превысит установленный порог, защитное устройство воздействует на регулирующий транзистор стабилизатора, ограничивая дальнейшее увеличение тока нагрузки.

Другое защитное устройство контролирует температуру кристалла. Если при работе кристалл микросхемы нагреется более чем до 150 °С, это защитное устройство отключает выходную цепь стабилизатора. Как только температура кристалла станет меньше 150 °С, стабилизатор возобновит работу.

На **рис. 5** показана зависимость допустимой рассеиваемой стабилизатором мощности от температуры окружающей среды при работе с теплоотводом и без него.

Материал подготовил
В. СМИРНОВ
г. Брянск

Редактор — Л. Ломакин, графика — Л. Ломакин

E-mail: inform@radio.ru тел. 207-88-18

Лабораторные автотрансформаторы серий TDGC2 и TSGC2

На российском рынке появились новые разновидности сетевых лабораторных автотрансформаторов (ЛАТРов), позволяющих питать различные нагрузки переменным напряжением, регулируемым плавно, без разрыва цепи в пределах 0...250 В. Эти трансформаторы выпускает под торговой маркой Wusley корпорация Sassin — один из крупнейших в мире производителей электротехнического и электроустановочного оборудования.

Приборы предназначены для комплектации испытательных и измерительных стендов и аппаратов. Рассчитаны на установку на ровную горизонтальную поверхность. Корпус — металлический, со щелями для естественного воздушного охлаждения. На боковой лицевой панели размещены зажимы для подключения питающей сети и нагрузки и стрелочный вольтметр для контроля выходного напряжения. Модели мощностью 3 кВА и более снабжены ручками для транспортировки.

Основные технические характеристики однофазных лабораторных автотрансформаторов Wusley сведены в **табл. 1**. Они питаются от сети 220 В частотой 50 Гц.



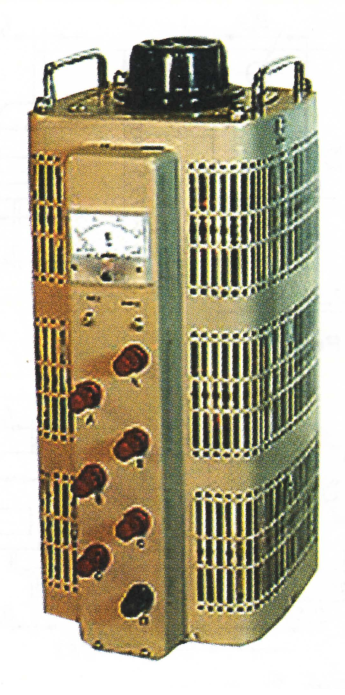


Таблица 1

Автотрансформаторы однофазные	Основные технические характеристики			
	Мощность, кВА	Максимальный ток, А	Габариты, мм	Масса, кг
TDGC2-0,5	0,5	2	175×190×145	4
TDGC2-1	1	4	165×200×180	6
TDGC2-2	2	8	190×200×180	8
TDGC2-3	3	12	190×230×210	12
TDGC2-5	5	20	190×230×210	16
TDGC2-10	10	40	410×320×240	23
TDGC2-15	15	60	560×320×240	37
TDGC2-20	20	80	590×420×350	64

Таблица 2

Автотрансформаторы трехфазные	Основные технические характеристики			
	Мощность, кВА	Максимальный ток, А	Габариты, мм	Масса, кг
TSGC2-3	3	4	240×190×430	24
TSGC2-6	6	8	240×190×500	30
TSGC2-9	9	12	300×210×550	39
TSGC2-15	15	20	410×320×675	56
TSGC2-30	30	40	410×320×1190	85

В **табл. 2** представлены характеристики трехфазных регулировочных автотрансформаторов с пределами изменения выходного напряжения 0...430 В. Трехфазные приборы состоят из трех однофазных блоков, совмещенных вертикально. Напряжение питания — 220/380 В, частота — 50...60 Гц.

Автотрансформаторы могут работать круглосуточно при температуре окружающей среды 0...+40 °С, относительной влажности воздуха до 80 % при температуре 25 °С, атмосферном давлении 86...106,5 кПа. По степени защиты приборы соответствуют группе IP20 (негерметизированные) по ГОСТ14254—80.

Все автотрансформаторы Wusley имеют сертификат соответствия Госстандарта РФ и не уступают по качеству отечественным маркам ЛАТРов (АОСН).

Материал подготовил
А. СЕРГЕЕВ

г. Москва

Редактор — Л. Ломакин

РАДИО начинающим

Ответственный редактор Иванов Б. С.
тел. 207-88-18
E-mail: novice@radio.ru

При участии Управления воспитания и дополнительного образования детей и молодежи Минобразования РФ.

Программаторы и программирование микроконтроллеров

А. ДОЛГИЙ, г. Москва

Последний этап настройки — выбор типа программируемой микросхемы. Чтобы выполнить его, нужно выбрать в главном меню пункт "Устройство", и на экране появится список семейств микросхем, которые можно запрограммировать с помощью PonyProg. Выбрав одно из них, получим список входящих в него микросхем (**рис. 17**, показано окно версии 2.06с). Если микросхема была выбрана ранее, она помечена "галочкой". Чтобы сделать или изменить выбор, достаточно щелкнуть по названию нужной микросхемы. Списки исчезнут с экрана, а выбранное название появится в специальном окне в верхнем правом углу окна PonyProg. Еще в одном окне слева от упомянутого указано название семейства микросхем. Эти окна дают возможность выбирать семейство и микросхему в нем, не открывая меню "Устройство". Достаточно нажать в соответствующем окне кнопку со стрелкой вниз, чтобы "выпал" список, из которого можно сделать выбор.

Название выбранной микросхемы выведено и в нижней строке главного окна (строке состояния). Рядом указаны информационная емкость программируемой памяти этой микросхемы (суммарная емкость FLASH и EEPROM) в байтах и контрольная сумма (CRC) ее содержимого, точнее говоря, его копии в программном буфере PonyProg.

Интересно, что в списке микроконтроллеров семейства AVR имеется строка AVR Auto. Выбрав ее, мы даем программе возможность автоматически распознать вставленную в панель адаптера микросхему этого семейства. Дело в том, что все они снабжены специальным внутренним ПЗУ, в котором хранится "сигнатура" — три байта, однозначно определяющих тип микросхемы. Значения "сигнатур" указаны в справочных данных (datasheet-ах) микросхем.

Однако программатор сможет прочитать "сигнатуру" лишь в том случае, если в микросхеме не включена защита кода, делающая все содержимое ее памяти недоступным для внешнего мира. Подобной защитой охотно пользуются производители микроконтроллерных устройств, стремясь защитить свою продукцию от пиратского копирования. Вдобавок ко всему они еще и стирают название микросхемы с ее корпуса.

Напомним еще раз, PonyProg не следит за правильностью выбора адаптера и программируемой микросхемы. При их несовместимости в лучшем случае программирование не будет выполнено вообще или выполнено с ошибками. В худшем — микросхема может быть повреждена.

Загрузка исходных данных

Коды, которые предстоит загрузить в микроконтроллер, обычно представлены одним или несколькими текстовыми файлами, разработанным фирмой Intel и ставшим фактически стандартным HEX-формата. Лучше всего "скачать" нужные файлы из Интернета или получить их в электронном виде каким-либо другим образом. Это гарантирует отсутствие многих ошибок, допускаемых при "ручном" вводе данных.

***Примечание редакции**. Такие файлы для всех публикуемых в журнале "Радио" конструкций на микроконтроллерах редакция размещает в Интернете на своем FTP-сервере по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/ГГГГ/ММ/**>, где ГГГГ — год издания (четырехзначное число), ММ — номер журнала (двузначное число, например, 02).*

Иногда исходные данные представлены файлами формата BIN ("сырой" двоичный — raw binary) . Это точная копия содержимого памяти микроконтроллера без каких-либо служебных и вспомогательных данных. На других по-

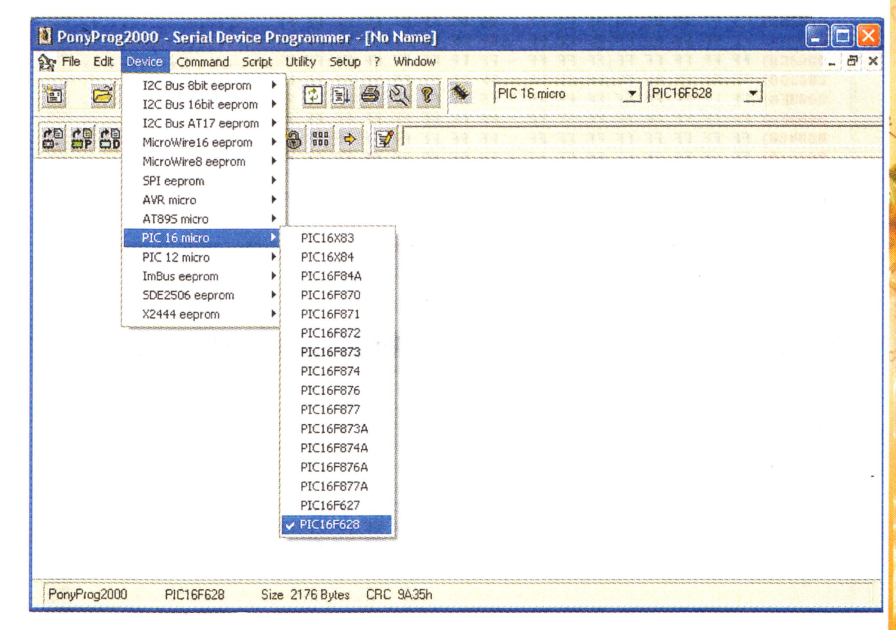


Рис. 17

Продолжение.
Начало см. в «Радио", 2004, № 1—4

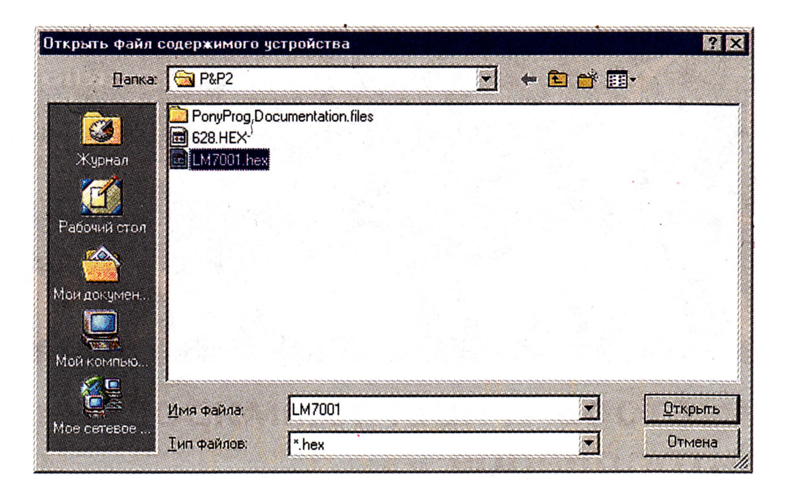


Рис. 18

нятных PonyProg форматах останавливаться не будем, так как встречаются они довольно редко. Упомянем лишь формат E2P, разработанный специально для PonyProg, но непонятный, к сожалению, другим программам. В файлах этого формата, кроме данных для FLASH и EEPROM, записан тип микроконтроллера и введенный пользователем текстовый комментарий, в котором могут содержаться любые полезные ему сведения.

Итак, выберем пункт "Файл" главного меню, а в нем — один из пунктов "Открыть файл с данными...", "Открыть файл программы (FLASH)..." или "Открыть файл данных (EEPROM)...". Первым пунктом пользуются, если загружаемый файл содержит информацию для всех областей памяти программируемой микросхемы. Таковы файлы формата E2P, а также HEX-файлы для микроконтроллеров семейства PICmicro. Второй и третий пункты загружают в соответствующие области памяти микроконтроллера данные из разных файлов. Учтите, что имена HEX-файлов для загрузки EEPROM микроконтроллеров семейства AVR обычно имеют расширение **.eep**.

При выборе одного из упомянутых пунктов на экране откроется окно, подобное изображенному на **рис. 18**. В списке содержатся лишь те файлы, имена которых имеют расширение, указанное в окне "Тип файлов". Нажав в нем кнопку со стрелкой вниз, можно перейти к файлам с другими расширениями или (выбрав "*") получить список всех файлов, имеющихся в папке. Файл будет загружен после двойного щелчка по его имени в списке либо после одинарного щелчка (его имя появится в окне "Имя файла") и нажатия на кнопку "Открыть". Можно также ввести нужное имя непосредственно в окно "Имя файла" с клавиатуры.

```
C:\WINDOWS\Рабочий стол\P&P2\LM7001.hex
000000) 1F EF 18 BB 11 27 17 BB - 13 E8 12 BB 1C E7 11 BB   .....'..........
000010) 22 27 66 27 55 27 1D E0 - B3 D1 14 E0 AB D1 01 2F   "'f'U'........./
000020) 1A E0 A8 D1 81 2F 1B E0 - A5 D1 91 2F 1D D1 57 D1   ...../...../..W.
000030) 12 E0 A6 D1 B1 9B 11 C0 - B0 9B 16 C0 80 9B 1B C0   ................
000040) B2 9B 20 C0 B3 9B 9A C0 - B4 9B 58 C0 B5 9B 66 C0   .. .......X...f.
000050) B6 9B 74 C0 B7 9B 82 C0 - EB CF B1 9B FE CF 03 95   ..t.............
000060) 01 35 21 F7 00 27 E2 CF - B0 9B FE CF 0A 95 0F 3F   .5!..'.........?
000070) E9 F6 00 E5 DB CF 51 E0 - F7 D0 31 D1 80 9B FE CF   ......Q...1.....
000080) 55 27 D4 CF B2 9B FE CF - 03 95 01 35 09 F4 00 27   U'.........5...'
000090) EB D0 25 D1 12 E0 74 D1 - B2 99 03 C0 B2 9B FE CF   ..%...t.........
0000A0) C7 CF 80 99 03 C0 80 9B - FE CF C2 CF B1 99 03 C0   ................
```

Рис. 19

В результате на экране появится окно, озаглавленное именем загруженного файла. Строго говоря, оно находилось там и раньше, но называлось (в зависимости от версии PonyProg) "No Name" или "default" и было пустым. Теперь здесь кодовая таблица, отображающая загруженные данные (**рис. 19**). Она состоит из строк, начинающихся с отделенного скобкой адреса первого байта строки. Затем следуют шестнадцатиричные значения 16-ти байтов с последовательно возрастающими адресами (для удобства они разделены тире на две группы по восемь) и далее — символьное представление тех же байтов.

```
C:\WINDOWS\Рабочий стол\P&P2\LM7001.hex
000390) 08 95 93 9A 3F E1 3A 95 - F1 F7 93 98 3F E1 3A 95   ....?.:.....?.:.
0003A0) F1 F7 08 95 3A 95 F1 F7 - 08 95 FF FF FF FF FF FF   ....:...........
0003B0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
0003C0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
0003D0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
0003E0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
0003F0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
000400) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
000410) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
000420) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
000430) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
```

Рис. 20

Обратите внимание на нижнюю часть таблицы (**рис. 20**). Последние строки, выделенные цветом, отображают содержимое буфера памяти данных (EEPROM). Команда "Открыть файл программы (FLASH)..." оставляет его незаполненным. Информация здесь появится только после выполнения команды "Открыть файл данных (EEPROM)..." (**рис. 21**). Обратите внимание, что изменилось и имя в заголовке окна. Оно соответствует последнему загруженному в буфер файлу.

```
C:\WINDOWS\Рабочий стол\P&P2\LM7001.eep
000390) 08 95 93 9A 3F E1 3A 95 - F1 F7 93 98 3F E1 3A 95   ....?.:.....?.:.
0003A0) F1 F7 08 95 3A 95 F1 F7 - 08 95 FF FF FF FF FF FF   ....:...........
0003B0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
0003C0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
0003D0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
0003E0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
0003F0) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
000400) 00 FF 14 D4 3C 00 30 50 - 15 14 01 AC FF FF FF FF   ....<.0P........
000410) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
000420) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
000430) FF FF FF FF FF FF FF FF - FF FF FF FF FF FF FF FF   ................
```

Рис. 21

Необходимо учитывать, что адреса ячеек буфера EEPROM не соответствуют действительным адресам ячеек этой области памяти микроконтроллера. В PonyProg они просто продолжают адресацию буфера памяти программ (FLASH). В рассматриваемом случае байты по адресам 400H—43FH отображают содержимое ячеек EEPROM микроконтроллера AT90S1200 с адресами 0—3FH.

(Продолжение следует)

Редактор — Б. Иванов, скриншоты — А. Долгий

Металлоискатель

В. ГРИЧКО, г. Краснодар

Немало людей сегодня занимаются поисками кладов, потерянных монет и ювелирных изделий. Для такой работы, несомненно, нужен хороший прибор — металлоискатель. Автор предлагаемой статьи собрал подобный прибор, опробовал его в действии и рекомендует повторить его всем желающим.

Основой металлоискателя послужило устройство, описанное в книге Флинд Э. "Электронные устройства для дома" (Энергоатомиздат, 1984 г.). В ходе макетирования и проверки устройства был усовершенствован генератор, заменена элементная база на более доступную, упрощен выходной каскад индикатора наличия металла, введен стрелочный индикатор, установлен помехозащитный фильтр.

Принцип действия получившегося металлоискателя "передача — прием" заключается в регистрации сигнала, отраженного металлическим предметом. Этот сигнал возникает вследствие воздействия на металл переменного магнитного поля передающей (излучающей) катушки металлоискателя, соединенной с генератором.

Приемная катушка расположена в одной плоскости с передающей таким образом, что проходящие через нее магнитные силовые линии создают малую ЭДС. На выводах катушки сигнал либо отсутствует, либо весьма мал. Дальнейшее уменьшение сигнала обеспечивает узел компенсации.

Если в поле катушек попадает металлический предмет, индуктивная связь между ними изменяется, на выводах приемной катушки появляется электрический сигнал, который усиливается, выпрямляется, а затем фильтруется. В итоге на выходе фильтра появляется постоянное напряжение, которое возрастает при приближении катушек к металлическому предмету.

Этот сигнал поступает на один из входов узла сравнения, где сравнивается с опорным напряжением, которое прикладывается к его второму входу. Уровень опорного напряжения отрегулирован таким образом, что даже небольшое увеличение сигнала приводит к существенному изменению уровня сигнала на выходе узла сравнения. Это, в свою очередь, приводит в действие электронный ключ, управляющий звуковым сигнализатором обнаружения металлического предмета.

Схема усовершенствованного металлоискателя приведена на **рис. 1**. Генератор, выполненный на транзисторе VT2 и контуре L1C3, работает на частоте примерно 4,6 кГц. Низкая частота генератора обеспечивает, с одной стороны, слабую реакцию металлоискателя на нежелательные сигналы (например, возникающие при наличии мокрого песка, мелких кусочков металла и т.д.), а с другой — хорошую чувствительность.

При желании частоту генератора можно перестроить изменением параметров деталей L1, C3 и L2, C6, а также фильтра R16C11.

Глубина обнаружения предметов зависит от частоты рабочего сигнала, его мощности, размера катушек индуктивности, а также от размеров и формы предмета и его положения. Чем выше частота генератора, тем меньше глубина обнаружения небольших предметов. Чем больше размеры катушек индуктивности, тем больше глубина обнаружения. К примеру, данный металлоискатель обнаруживает монету диаметром 25 мм на расстоянии 13 см, а алюминиевую пластину размерами 100×100 мм — на расстоянии 40 см.

Генератор собран на транзисторной сборке. Транзистор VT2 работает непосредственно в генераторе, а VT1 совместно с делителем из деталей R2—R4 — в термостабилизаторе, обеспечивающем температурную компенсацию.

Сигналы, поступающие на приемную катушку L2, ограничиваются по амплитуде (при наличии большого металлического предмета) диодами VD1, VD2, а затем усиливаются ОУ DA1.1. На вход этой микросхемы поступает через конденсатор C5, резисторы R7—R10 и конденсатор C8 сигнал компенсации с генератора — он ослабляет поступающий на катушку L2 сигнал с катушки L1 при отсутствии вблизи металлических предметов.

После усиления сигнал проходит через фильтр НЧ R16C11 и выпрямляется ОУ DA1.2. При положительном входном напряжении, поступающем на неинвертированный вход микросхемы, диод VD3 открыт и обеспечивает отри-

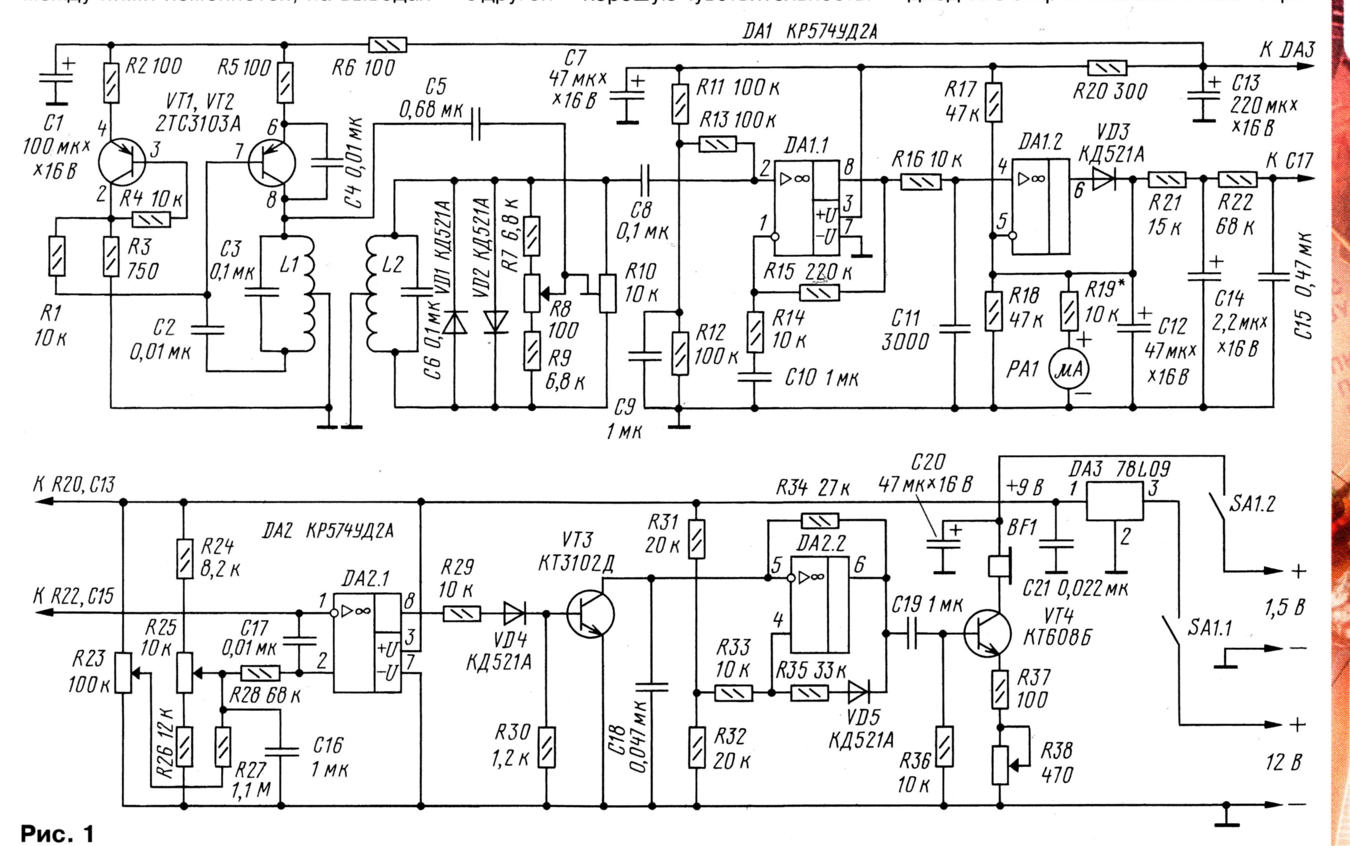


Рис. 1

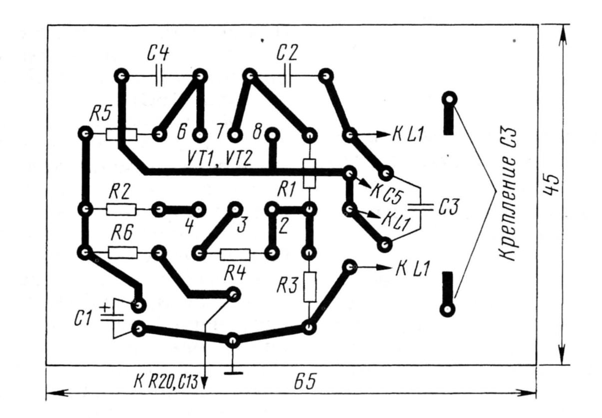


Рис. 2

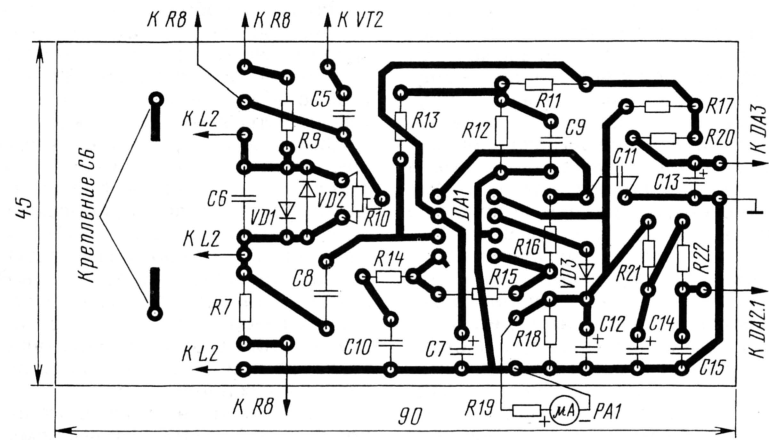


Рис. 3

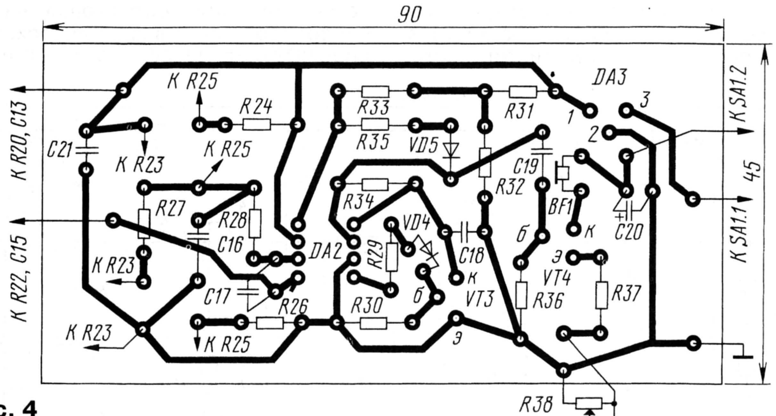


Рис. 4

цательную обратную связь. Заряжается конденсатор С12, стрелка индикатора РА1 отклоняется. При отрицательном входном напряжении диод закрыт, обратной связи нет, на катоде диода — нулевое напряжение.

Сигнал с детектора сглаживается фильтром R21C14R22C15 и поступает на компаратор DA2.1, где сравнивается с опорным напряжением, регулируемым переменными резисторами R23 (грубо) и R25 (точно). При срабатывании компаратора напряжение на его выходе уменьшается, транзистор VT3 закрывается, начинает работать тональный генератор, собранный на ОУ DA2.2. Его выходной сигнал подается на усилитель мощности, выполненный на транзисторе VT4, нагрузкой которого служит головной телефон BF1 (от слухового аппарата). Громкость звука в небольших пределах регулируют переменным резистором R38.

Выходной каскад питается от отдельного источника, что устраняет возможность возбуждения устройства. Основная же часть металлоискателя питается от источника напряжением 12 В (аккумуляторная батарея), которое с помощью стабилизатора DA3 понижается до 9 В.

Детали металлоискателя смонтированы на трех печатных платах (**рис. 2—4**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита. Они рассчитаны на использование резисторов МЛТ-0,125, резистора R10 СП4-1, конденсаторов С3, С6 — К71-7. Транзисторную сборку 2ТС3103А допустимо заменить на КТС3103, но придется изменить чертеж печатной платы. Стрелочный индикатор РА1 — индикатор уровня записи от любого магнитофона. Платы и остальные детали металлоискателя размещены в корпусе из изоляционного материала (**рис. 5**).

Особое внимание нужно уделить изготовлению катушек. Их наматывают на оправке диаметром 140 мм, в качестве которой хорошо использовать стеклянную банку. Каждая катушка состоит из 200 витков эмалированного медного провода диаметром 0,27 мм с отводом от среднего витка. Прежде чем снять катушку с оправки, ее перевязывают в трех-четырех местах, а после снятия обматывают прочной нитью, чтобы витки плотно

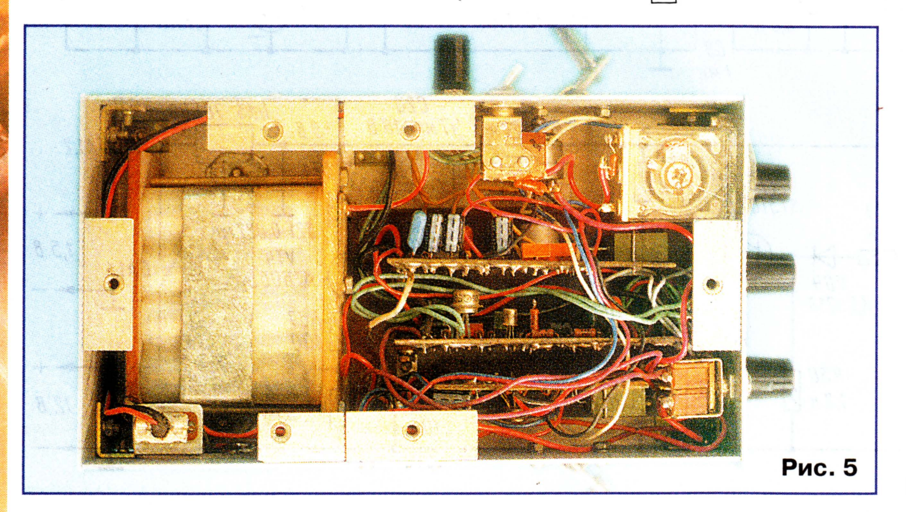


Рис. 5

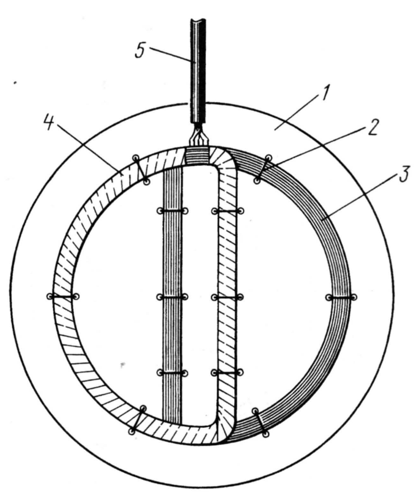
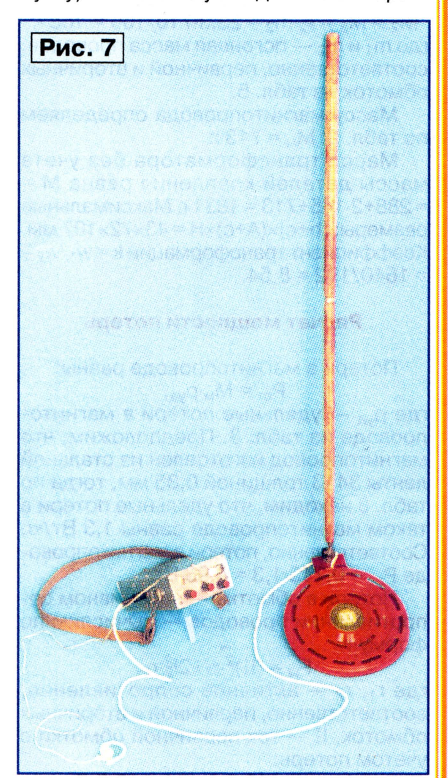


Рис. 6

прилегали друг к другу. Далее катушкам придают форму, показанную на **рис. 6**, и прикрепляют их к пластмассовой тарелке 1 нитками 2. Передающую катушку 3 располагают внизу, приемную 4 — вверху. Приемная катушка должна быть снабжена алюминиевым экраном с зазором, препятствующим образованию замкнутого витка. Выводы катушек соединяют с остальной частью прибора кабелем 5 в экранированной оплетке. Расстояние между вертикальными (по рисунку) витками катушек должно быть равно 25 мм, окончательно оно уточняется после настройки металлоискателя по минимальному показанию индикатора PA1 при отсутствии вблизи катушек металлического предмета.


Рис. 7

После окончательного крепления катушек их прикрывают сверху декоративным кожухом и крепят к нему штангу (**рис. 7**).

Настройка металлоискателя заключается в установке движка резистора R10 при среднем положении движка R8 в такое положение, чтобы стрелка индикатора PA1 находилась на "нулевой" отметке (для удобства стрелку устанавливают на среднюю отметку шкалы подбором резистора R19. Возможно, с этой целью придется поменять подключение выводов одной из катушек генератора.

При эксплуатации металлоискателя, после его 20-минутного установления рабочего режима, резистором R8 добиваются "нулевого" показания стрелочного индикатора. После этого переменными резисторами R25 и R23 устанавливают опорное напряжение, близкое к срабатыванию компаратора и появлению тонального звука. Естественно, эту настройку проводят при отсутствии вблизи катушек металла.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Расчет сетевого трансформатора источника питания

В. ПЕРШИН, г. Ильичевск Одесской обл., Украина

Краткие сведения о материалах магнитопроводов

До сих пор мы не учитывали потери в реальном трансформаторе, которые складываются из потерь в магнитопроводе — на вихревой ток и перемагничивание (гистерезис): в расчетах их учитывают как мощность потерь в стали $P_{ст}$, и потери в обмотках — как мощность потерь в меди $P_М$. Итак, суммарная мощность потерь в трансформаторе равна:

$$P_\Sigma = P_{ст} + P_М = P_{в.т} + P_г + P_М,$$

где $P_{в.т}$ — мощность потерь на вихревой ток; $P_г$ — мощность потерь на гистерезис.

Для их уменьшения сталь подвергают термообработке — удаляют углерод, а также легируют — добавляют кремний, алюминий, медь и другие элементы. Все это повышает магнитную проницаемость, уменьшает коэрцитивную силу и, соответственно, потери на гистерезис. Кроме того, сталь подвергают холодной или горячей прокатке для получения необходимой структуры (текстуры проката).

В зависимости от содержания легирующих элементов, структурного состояния, магнитных свойств стали маркируют четырехзначными числами, например, 3412.

Первая цифра означает класс электротехнической стали по структурному состоянию и классу прокатки: 1 — горячекатаная изотропная; 2 — холоднокатаная изотропная; 3 — холоднокатаная анизотропная с ребровой текстурой.

Вторая цифра — процент содержания кремния: 0 — нелегированная сталь с суммарной массой легирующих элементов не более 0,5 %; 1 — легированная с суммарной массой свыше 0,5, но не более 0,8 %; 2 — 0,8...1,8 %; 3 — 1,8...2,8 %; 4 — 2,8...3,8 %; 5 — 3,8...4,8 %.

Третья цифра — группа по основной нормируемой характеристике (удельные потери и магнитная индукция): 0 — удельные потери при магнитной индукции 1,7 Тл на частоте 50 Гц ($P_{1,7/50}$); 1 — потери при магнитной индукции 1,5 Тл на частоте 50 Гц ($P_{1,5/50}$); 2 — при индукции 1 Тл на частоте 400 Гц ($P_{1/400}$); 6 — индукция в слабых магнитных полях при напряженности 0,4 А/м ($B_{0,4}$); 7 — индукция в средних магнитных полях при напряженности 10 А/м (B_{10}) или 5 А/м (B_5).

Первые три цифры обозначают тип электротехнической стали.

Четвертая цифра — порядковый номер типа стали.

Магнитопроводы трансформаторов для бытовой техники изготавливают из холоднокатаной текстурованной стали марок 3411—3415 [3] с нормированными удельными потерями при магнитной индукции 1,5 Тл на частоте 50 Гц и удельным сопротивлением $60 \cdot 10^{-8}$ Ом·м. Параметры некоторых марок электротехнической стали приведены в **табл. 3**.

Холоднокатаная электротехническая сталь обладает более высокими магнитными характеристиками. Кроме того, более гладкая поверхность позволяет увеличить коэффициент заполнения объема магнитопровода ($k_{ст}$) до 98 % [4].

Исходные данные для расчета трансформатора

Рассчитаем трансформатор, имеющий первичную и две одинаковые вторичные обмотки, со следующими параметрами: эффективное (действующее) напряжение первичной обмотки U_1 = 220 В; эффективное (действующее) напряжение вторичных обмоток $U_2 = U_3$ = 24 В;

Окончание.
Начало см. в «Радио», 2004, № 4

Таблица 3

Марка стали	Содержание кремния, %	Толщина ленты, мм	Удельные потери, Вт/кг, не более			Индукция, Тл, при напряженности магнитного поля, А/м, не более						
			$P_{1/50}$	$P_{1,5/50}$	$P_{1,7/50}$	100	250	1000	2500	5000	10000	30000
1511	3,8...4,8	0,5 0,35	1,55 1,35	3,5 3	-	-	-	1,3	1,46	1,57	1,7	1,9
1512			1,4 1,2	3,1 2,8	-	-	-	1,29	1,45	1,56	1,69	1,89
1513			1,25 1,05	2,9 2,5	-	-	-	1,29	1,44	1,55	1,69	1,89
1514			1,15 0,9	2,7 2,2	-	-	-	1,29	1,44	1,55	1,69	1,89
3411	2,8...3,8		1,1 0,8	2,45 1,75	3,2 2,5	-	-	1,6	1,75	1,83	1,91	1,98
3412			0,95 0,7	2,1 1,5	2,8 2,2	-	-	1,65	1,8	1,87	1,92	2
3413		0,5 0,35 0,3	0,8 0,6 -	1,75 1,3 1,19	2,5 1,9 1,75	-	-	1,7 1,7 -	1,85	1,9 1,9 -	1,95 1,95 -	2 2 -
3414		0,5 0,35 0,3 0,28	0,7 0,5 - -	1,5 1,1 1,03 1,05	2,2 1,6 1,5 1,55	1,6 1,6 1,6 -	1,7 1,7 1,7 -	-	1,88 1,88 1,88 1,85	1,9	1,95	2
3415		0,35 0,3 0,28	0,46 - -	1,03 0,97 0,95	1,5 1,4. 1,38	1,61	1,71	-	1,9	-	-	-

Таблица 4

Габаритная мощность $P_{габ}$, Вт	Магнитная индукция, Тл, при частоте 50 Гц и толщине ленты		Плотность тока, А/мм²	КПД	Коэффициент заполнения окна магнитопровода проводами ПЭЛ, ПЭВ-1
	0,05...0,1	0,35...0,5			
10	1,2	1,1	4,8	0,85	0,22
20	1,4	1,26	3,9	0,89	0,26
40	1,55	1,37	3,2	0,92	0,28
70	1,6	1,39	2,8	0,94	0,3
100	1,6	1,35	2,5	0,95	0,31
200	1,51	1,25	2	0,96	0,32
400	1,43	1,13	1,6	0,97	0,33
700	1,35	1,05	1,3	0,97	0,34
1000	1,3	1	1,2	0,97	0,35
2000	1,2	0,9	1,1	0,97	0,36
4000	1,1	0,8	1	0,97	0,36
7000	1,02	0,72	1	0,97	0,37
10000	0,97	0,68	1	0,97	0,37

эффективный (действующий) ток вторичных обмоток $I_2 = I_3 = 2$ А. Частота сетевого напряжения f = 50 Гц.

Коэффициент трансформации равен отношению напряжения на первичной к напряжению на разомкнутой (ЭДС) вторичной обмотке. При этом пренебрегают погрешностью, возникающей из-за отличия ЭДС от напряжения на первичной обмотке:

$k = w_1/w_2 = U_1/U_2 = E_1/E_2 = (I_2+I_3)/I_1$,

где w_1 и w_2 — число витков, соответственно, первичной и вторичной обмоток; E_1 и E_2 — ЭДС первичной и вторичной обмоток.

Ток в первичной обмотке равен:

$I_1 = (I_2+I_3)U_2/U_1 = (2+2)\cdot 24/220 = 0{,}44$ А.

Габаритная мощность трансформатора равна:

$P_{габ} = (U_1\cdot I_1+U_2\cdot I_2+U_3\cdot I_3)/2 =$
$= [(I_2+I_3)U_2+U_2\cdot I_2+U_3\cdot I_3]/2 = 96$ Вт.

В процессе расчета необходимо определить размеры магнитопровода, число витков всех обмоток, диаметр и примерную длину обмоточного провода, мощность потерь, полную мощность трансформатора, КПД, максимальные габариты и массу.

Расчет магнитопровода трансформатора

Методика расчета размеров и других параметров взята, в основном, из [1].

Сначала рассчитаем произведение площади поперечного сечения стержня на площадь окна магнитопровода. Стержнем называют участок магнитопровода (a×b×h), на котором размещена катушка:

$S_{ст}\cdot S_{ок} = P_{габ}\cdot 10^2/(2{,}22f\cdot B\cdot j\cdot \eta\cdot n\cdot k_c\cdot k_м)$,

где B — магнитная индукция, Тл; j — плотность тока в обмотках, А/мм²; η — КПД трансформатора; n — число стержней магнитопровода; k_c — коэффициент заполнения сечения магнитопровода сталью; $k_м$ — коэффициент заполнения окна магнитопровода медью.

Рекомендуемые значения магнитной индукции и средние значения плотности тока, КПД и коэффициента заполнения окна для частоты f = 50 Гц приведены в **табл. 4**. Коэффициент заполнения сечения магнитопровода для сталей 3411—3415 равен 0,95...0,97, а для сталей 1511—1514 — 0,89...0,93.

Для расчета принимаем B = 1,35 Тл; j = 2,5 А/мм²; η = 0,95; $k_c = 0{,}96$; $k_м = 0{,}31$; n = 2:

$S_{ст}\cdot S_{ок} = 96\cdot 10^2/(2{,}22\cdot 50\cdot 1{,}35\cdot 2{,}5\times$
$\times 0{,}95\cdot 2\cdot 0{,}96\cdot 0{,}31) = 45{,}3$ см⁴.

Толщину стержня магнитопровода вычисляют по формуле

$a = 0{,}7\cdot\sqrt[4]{S_{ст}\cdot S_{ок}} = 0{,}7\cdot\sqrt[4]{45{,}3} = 1{,}8$ см.

Подходящий магнитопровод выбирают по табл. 1 и 2. При выборе следует стремиться к тому, чтобы сечение магнитопровода было близко к квадрату, поскольку в этом случае расход обмоточного провода минимален.

Ширину ленты магнитопровода рассчитывают по формуле

$b = S_{ст}\cdot S_{ок}/(a\cdot c\cdot h) =$
$= 45{,}3/(1{,}8\cdot 1{,}8\cdot 7{,}1) = 1{,}97$ см.

Выбираем магнитопровод ПЛР18×25, у которого a = 1,8 см; b = 2,5 см; h = 7,1 см; $S_{ст}\cdot S_{ок} = 57{,}51$ см⁴; $S_{ст} = 4{,}5$ см²; $S_{ок} = 12{,}78$ см².

Расчет обмоток трансформатора

Вычислим ЭДС одного витка по формуле

$e = 4{,}44\cdot f\cdot B\cdot S_{ст}\cdot k_c\cdot 10^{-4} =$
$= 4{,}44\cdot 50\cdot 1{,}35\cdot 4{,}5\cdot 0{,}96\cdot 10^{-4} = 0{,}1295$ В.

Рассчитаем приблизительно падение напряжения на обмотках:

$\Delta U_1 \approx 1{,}5U_1\cdot j\cdot a\cdot 10^{-3}/e =$
$= 1{,}5\cdot 220\cdot 2{,}5\cdot 1{,}8\cdot 10^{-3}/0{,}1295 = 11{,}5$ В;
$\Delta U_2 \approx \Delta U_3 \approx 1{,}5U_2\cdot j\cdot a\cdot 10^{-3}/e =$
$= 1{,}5\cdot 24\cdot 2{,}5\cdot 1{,}8\cdot 10^{-3}/0{,}1295 = 1{,}25$ В.

Затем вычислим число витков первичной обмотки:

$w_1 = (U_1-\Delta U_1)/e =$
$= (220-11{,}5)/0{,}1295 = 1610$;

вторичных обмоток:

$w_2 = w_3 = (U_2+\Delta U_2)/e =$
$= (24+1{,}25)/0{,}1295 = 196$.

Рассчитаем диаметр обмоточного провода без изоляции по формуле

$d = 1{,}13\sqrt{I/j}$.

Подставив числовые значения, получим диаметр провода первичной:

$d_1 = 1{,}13\sqrt{0{,}44/2{,}5} = 0{,}47$ мм,

и вторичных обмоток:

$d_2 = 1{,}13\sqrt{2/2{,}5} = 1$ мм.

По **табл. 5** выбираем марку и диаметр обмоточного провода в изоляции [5]: для первичной обмотки — ПЭЛ или ПЭВ-1 $d_1 = 0{,}52$ мм; для вторичных — ПЭЛ или ПЭВ-1 $d_2 = d_3 = 1{,}07$ мм.

Уточняем число витков обмоток. Для этого вначале уточним падение напряжения на обмотках:

$\Delta U = I\cdot r = 2{,}25\cdot 10^{-2}\cdot I\cdot \ell/d_2$.

Рассчитаем среднюю длину витка, используя рис. 5 или 6:

$\ell_{ср.об} = 2a+2b+\pi\cdot c/2 =$
$= 2\cdot 1{,}8+2\cdot 2{,}5+\pi\cdot 1{,}8/2 = 0{,}114$ м,

а затем и длину провода в обмотках:

$\ell_1 = w_1\cdot \ell_{ср.об} = 1610\cdot 0{,}114 = 183{,}5$ м;
$\ell_2 = \ell_3 = w_2\cdot \ell_{ср.об} = 196\cdot 0{,}114 = 23{,}3$ м.

Уточненные значения падения напряжения на обмотках равны:

$\Delta U_1 = 2{,}25\cdot 0{,}44\cdot 183{,}5\cdot 10^{-2}/0{,}47^2 = 8{,}2$ В;
$\Delta U_2 = \Delta U_3 = 2{,}25\cdot 2\cdot 23{,}3\cdot 10^{-2}/1^2 = 1{,}05$ В.

С учетом полученных значений вычислим число витков первичной:

$w_1 = (U_1-\Delta U_1)/e = (220-8{,}2)/0{,}1295 = 1640$,

и вторичных обмоток:

$w_2 = w_3 = (U_2+\Delta U_2)/e =$
$= (24+1{,}05)/0{,}1295 = 192$.

Рассчитаем массу провода обмоток:

$M_1 = \ell_1\cdot m_1 = 183{,}5\cdot 157/100 = 288$ г;
$M_2 = M_3 = \ell_2\cdot m_2 = 23{,}3\cdot 710/100 = 165$ г,

где m_1 и m_2 — погонная масса проводов, соответственно, первичной и вторичных обмоток из табл. 5.

Массу магнитопровода определяем по табл. 2: $M_м = 713$ г.

Масса трансформатора без учета массы деталей крепления равна M = = 288+2·165+713 = 1331 г. Максимальные размеры: (b+c)×(A+c)×H = 43×72×107 мм. Коэффициент трансформации $k = w_1/w_2 = 1640/192 = 8{,}54$.

Расчет мощности потерь

Потери в магнитопроводе равны:

$P_{ст} = M_м\cdot p_{уд}$,

где $p_{уд}$ — удельные потери в магнитопроводе из табл. 3. Предположим, что магнитопровод изготовлен из стальной ленты 3413 толщиной 0,35 мм, тогда по табл. 3 находим, что удельные потери в таком магнитопроводе равны 1,3 Вт/кг. Соответственно, потери в магнитопроводе $P_{ст} = 0{,}713\cdot 1{,}3 = 0{,}93$ Вт.

Потери в обмотке — на активном сопротивлении проводов — вычислим по формуле

$P_м = (I'_1)^2\cdot r_1+2I_2^2\cdot r_2$,

где r_1, r_2 — активное сопротивление, соответственно, первичной и вторичных обмоток, I'_1 — ток первичной обмотки с учетом потерь:

$r_1 = \ell_1\cdot r_{1м} = 183{,}5\cdot 0{,}101 = 18{,}5$ Ом;
$r_2 = r_3 = \ell_2\cdot r_{2м} = 23{,}3\cdot 0{,}0224 = 0{,}52$ Ом,

где $r_{1м}$, $r_{2м}$ — погонное сопротивление проводов, соответственно, первичной и вторичных обмоток из табл. 5.

Пересчитаем ток вторичных обмоток в ток первичной обмотки:

$I_{1(2)} = (I_2+I_3)/k = (I_2+I_3)w_2/w_1 =$
$= 4\cdot 192/1640 = 0{,}468$ А.

Ток первичной обмотки с учетом потерь равен:

$I'_1 = I_{1(2)}/\eta = 0{,}468/0{,}95 = 0{,}49$ А,

где η = 0,95 — КПД трансформатора из табл. 4 для мощности 100 Вт.

Потери в обмотках равны:

$P_м = 0{,}49^2\cdot 18{,}5+2\cdot 2^2\cdot 0{,}52 = 8{,}6$ Вт.

Полная мощность трансформатора с учетом потерь равна:

$P_{тр} = U_1\cdot I'_1 = 220\cdot 0{,}49 = 107{,}8$ Вт.

КПД трансформатора рассчитаем по формуле

$\eta = 1-(P_{ст}+P_м)/(P_{тр}+P_{ст}+P_м) =$
$= 1-(0{,}93+8{,}6)/(107{,}8+0{,}93+8{,}6) = 0{,}92$.

Изготовление трансформатора

Изготавливать трансформатор будем по второму варианту, рассмотренному выше. Расположение катушек показано на рис. 6. Для этого необходимо изготовить две катушки, каждая из которых содержит половину витков пер-

вичной и каждой из вторичных обмоток: $w_1' = 820$ витков провода ПЭЛ (или ПЭВ-1) диаметром 0,52 мм; $w_2' = w_3' = 96$ витков провода ПЭЛ (или ПЭВ-1) диаметром 1,07 мм.

Поскольку трансформатор имеет малые мощность и габариты, катушки можно изготовить бескаркасными. Толщина катушки $b \le c/2 = 9$ мм, ее высота $h_к \le 71$ мм.

Число витков в слое первичной обмотки

$$n_1 = (h-1,5)/0,52 = 133;$$

число слоев

$$n_{1сл} = w_1'/133 = 820/133 = 6 \text{ слоев} + 22 \text{ витка}.$$

Число витков в слое вторичной обмотки

$$n_2 = (h-1,5)/1,07 = 64;$$

число слоев

$$n_{2сл} = w_2'/64 = 96/64 = 1 \text{ слой} + 32 \text{ витка}.$$

Обмотки наматывают на деревянной оправке, изготовленной в точном соответствии с размерами участка магнитопровода, на котором будут расположены катушки (18×25×71 мм). К торцам оправки прикрепляют щечки.

Несмотря на то, что обмоточные провода покрыты эмалевой изоляцией и потому обладают высокой электрической прочностью, обычно между слоями обмотки прокладывают дополнительную, например, бумажную изоляцию. Чаще всего для изолирования обмоток от магнитопровода и между собой применяют трансформаторную бумагу толщиной 0,1 мм. Рассчитаем максимальное напряжение между двумя соседними слоями первичной обмотки

$$U_{сл} = 2n_1 \cdot e = 2 \cdot 133 \cdot 0,1295 = 34,5 \text{ В}.$$

Поскольку напряжение между слоями небольшое, дополнительную изоляцию можно укладывать через слой или сделать ее более тонкой, например, использовать конденсаторную бумагу. Между первичной и вторичными следует поместить экранирующую обмотку — один незамкнутый виток тонкой медной фольги или один слой обмоточного провода, которая препятствует проникновению помех из сети во вторичные обмотки и наоборот.

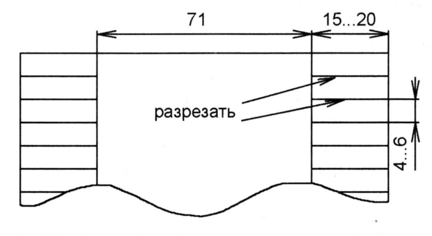


Рис. 9

Сначала оправку обматывают тремя слоями бумажной ленты (**рис. 9**), лепестки ленты приклеивают к щечкам. Затем наматывают первичную обмотку, прокладывая каждый слой изоляцией. Между первичной, экранирующей и вторичными обмотками прокладывают два слоя изоляции. Общая толщина изготовленных катушек не превышает 8 мм.

Проверка трансформатора

Собранный трансформатор сначала проверяют в режиме холостого хода — без нагрузки. При сетевом напряжении 220 В ток в первичной обмотке

$$I_1 = I_{xx} = P_{ст}/U_1 = 0,93/220 = 4,2 \text{ мА};$$

напряжение на вторичных обмотках

$$U_2 = U_3 = U_{xx} = U_1/k = U_1 \cdot w_2/w_1 = 220 \cdot 192/1640 = 25,8 \text{ В}.$$

Напряжение на вторичных обмотках можно точно измерить только вольтметром с высоким входным сопротивлением. Окончательно напряжение на вторичных обмотках трансформатора измеряют при номинальной нагрузке.

Таблица 5

Диаметр медной жилы, мм	Сечение медной жилы, мм²	Сопротивление 1 м провода при 20 °С, Ом	Допустимый ток при плотности 2 А/мм², А	ПЭЛ		ПЭВ-1		ПЭЛШО	
				Диаметр провода, мм	Масса 100 м провода, г	Диаметр провода, мм	Масса 100 м провода, г	Диаметр провода, мм	Масса 100 м провода, г
0,05	0,002	9,29	0,004	0,065	1,9	0,07	1,9	0,12	3,3
0,06	0,0028	6,44	0,0057	0,075	2,7	0,085	2,8	0,13	4,2
0,07	0,0039	4,73	0,0077	0,085	3,6	0,095	3,8	0,14	5,3
0,08	0,005	3,63	0,01	0,095	4,7	0,105	4,9	0,15	6,5
0,09	0,0064	2,86	0,0127	0,105	5,9	0,115	6,2	0,16	7,9
0,1	0,0079	2,23	0,0157	0,12	7,3	0,125	7,5	0,18	9,3
0,11	0,0095	1,85	0,019	0,13	8,8	0,135	9,1	0,19	11
0,12	0,0113	1,55	0,0226	0,14	10,4	0,145	10,7	0,2	12,7
0,13	0,0133	1,32	0,0266	0,15	12,2	0,155	12,4	0,21	14,7
0,14	0,0154	1,14	0,0308	0,16	14,1	0,165	14,4	0,22	16,7
0,15	0,0177	0,99	0,0354	0,17	16,2	0,18	16	0,23	18,9
0,16	0,02	0,873	0,0402	0,18	18,4	0,19	18,8	0,24	21,2
0,17	0,0227	0,773	0,0454	0,19	20,8	0,2	21,2	0,25	23,7
0,18	0,0255	0,688	0,051	0,2	23,3	0,21	23,6	0,26	26,3
0,19	0,0284	0,618	0,0568	0,21	25,9	0,22	26,3	0,27	29
0,2	0,0314	0,558	0,0628	0,225	28,7	0,23	29	0,29	32,2
0,21	0,0346	0,507	0,0692	0,235	31,6	0,24	32	0,3	35,2
0,23	0,0416	0,423	0,0832	0,255	37,8	0,27	38,3	0,32	41,7
0,25	0,0491	0,357	0,0982	0,275	44,6	0,29	45,2	0,34	48,8
0,27	0,0573	0,306	0,115	0,31	52,2	0,31	52,6	0,37	56,9
0,29	0,0661	0,266	0,132	0,33	60,1	0,33	60,5	0,39	65,1
0,31	0,0755	0,233	0,151	0,35	68,9	0,35	68	0,42	74,2
0,33	0,0855	0,205	0,171	0,37	78	0,37	78	0,44	83,6
0,35	0,0962	0,182	0,192	0,39	87,1	0,39	87,1	0,46	93,5
0,38	0,1134	0,155	0,226	0,42	103	0,42	103	0,49	109
0,41	0,132	0,133	0,264	0,45	120	0,45	120	0,52	127
0,44	0,1521	0,115	0,304	0,49	138	0,48	138	0,55	145
0,47	0,1735	0,101	0,346	0,52	157	0,51	157	0,58	165
0,49	0,1855	0,093	0,378	0,54	171	0,53	171	0,6	179
0,51	0,2043	0,086	0,408	0,56	185	0,56	186	0,63	194
0,53	0,2206	0,0795	0,441	0,58	200	0,58	201	0,65	209
0,55	0,2376	0,0737	0,476	0,6	216	0,6	216	0,67	225
0,57	0,2552	0,0687	0,51	0,62	230	0,62	230	0,69	241
0,59	0,2734	0,0641	0,547	0,64	248	0,64	248	0,71	257
0,62	0,3019	0,058	0,604	0,67	273	0,67	274	0,75	283
0,64	0,3217	0,0545	0,644	0,69	291	0,69	292	0,76	301
0,67	0,3526	0,0497	0,705	0,72	319	0,72	319	0,79	330
0,69	0,3739	0,0469	0,748	0,74	338	0,74	338	0,81	349
0,72	0,4072	0,043	0,814	0,78	367	0,77	367	0,85	378
0,74	0,43	0,0407	0,86	0,8	390	0,8	390	0,87	402
0,77	0,4657	0,0376	0,93	0,83	421	0,83	422	0,9	434
0,8	0,5027	0,0348	1	0,86	455	0,86	455	0,93	468
0,83	0,5411	0,0324	1,08	0,89	489	0,89	489	0,96	507
0,86	0,5809	0,03	1,16	0,92	525	0,92	525	0,99	538
0,9	0,6362	0,0275	1,27	0,96	574	0,96	574	1,03	588
0,93	0,6793	0,0258	1,36	0,99	613	0,99	613	1,06	627
0,96	0,7238	0,0242	1,45	1,02	653	1,02	653	1,09	668
1	0,7854	0,0224	1,57	1,07	710	1,08	712	1,14	727
1,04	0,8495	0,0206	1,7	1,12	764	1,12	770	1,18	783
1,08	0,9161	0,0191	1,83	1,16	827	1,16	829	1,21	844
1,12	0,9852	0,0178	1,97	1,2	886	1,2	892	1,26	906
1,16	1,057	0,0166	2,11	1,24	953	1,24	956	1,3	971
1,2	1,131	0,0155	2,26	1,28	1020	1,28	1030	1,34	1040
1,25	1,227	0,0143	2,45	1,33	1110	1,33	1110	1,39	1130
1,3	1,327	0,0132	2,65	1,38	1190	1,38	1200	1,44	1220
1,35	1,431	0,0123	2,86	1,43	1290	1,43	1290	1,49	1310
1,4	1,539	0,0113	3,08	1,48	1390	1,48	1390	1,54	1400
1,45	1,651	0,0106	3,3	1,53	1490	1,53	1490	1,59	1500
1,5	1,767	0,0098	3,53	1,58	1590	1,58	1590	1,66	1620
1,56	1,911	0,0092	3,82	1,64	1720	1,64	1720	1,72	1750
1,62	2,06	0,0085	4,12	1,71	1850	1,7	1850	1,78	1880

ЛИТЕРАТУРА

4. **Герасимов В. Г.** и др. Электротехнический справочник. Т. 1. — М.: Энергия, 1980.

5. **Малинин Р. М.** Справочник радиолюбителя-конструктора. — М.: Энергия, 1978.

Редактор — В. Чуднов, графика — В. Чуднов

Пробник для проверки полевых транзисторов

И. НЕЧАЕВ, г. Курск

Этот пробник (**рис. 1**) предназначен для быстрой проверки работоспособности полевых транзисторов. С его помощью можно проверять полевые транзисторы серий КП103, КП302, КП303, КП305, КП307 и другие с начальным током стока, отличным от нуля.

На транзисторе VT1 собран усилительный каскад, режим которого по постоянному току задает резистор R3. Резистор R2 повышает устойчивость устройства к самовозбуждению на высоких частотах.

Полевые транзисторы подключают к гнездам разъема XS1: с р-каналом — к трем верхним по схеме, с n-каналом — к трем нижним. Через конденсаторы C2, C3, C4 осуществляется обратная связь по переменному напряжению, через резисторы R4, R5 поступает питающее напряжение на сток полевых транзисторов. Резисторы R6, R7 обеспечивают связь затвора с истоком по постоянному току.

Без проверяемого полевого транзистора транзистор VT1 открыт, через него протекает ток, светодиод HL1 светит непрерывно. При подключении полевого транзистора образуется мультивибратор с емкостными связями. Если полевой транзистор исправен, возникнет генерация на частоте несколько герц и светодиод будет вспыхивать с этой частотой.

Питать устройство можно от сетевого блока питания, в том числе и нестабилизированного, а также от батареи аккумуляторов или гальванических элементов напряжением 9...12 В. Потребляемый ток не превышает 40 мА.

В устройстве можно применить, кроме указанного на схеме, любой транзистор серий КТ312, КТ315, светодиод — любой другой с рабочим током 10...20 мА. Полярные конденсаторы — К50-6, К50-16, неполярные — К10-17а, резисторы — МЛТ, С2-33. В качестве гнезд разъема XS1 допустимо использовать любые подходящие контакты, например, от панели для микросхем.

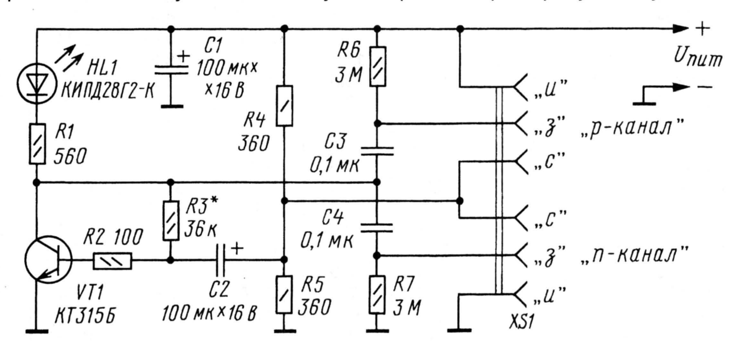


Рис. 1

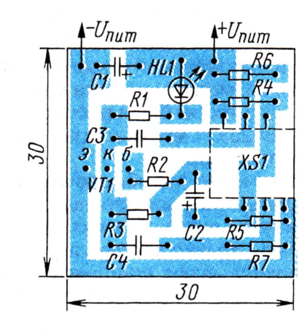


Рис. 2

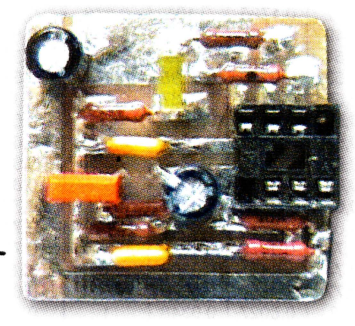


Рис. 3

Все детали размещают на печатной плате (**рис. 2, 3**) из односторонне фольгированного стеклотекстолита.

Налаживание сводится к подбору резистора R3 такого сопротивления, чтобы получить напряжение на коллекторе транзистора 2...3 В.

Для проверки работоспособности устройства к нему надо подключить несколько заведомо исправных полевых транзисторов различных типов.

Редактор — Б. Иванов, графика — Ю. Андреев, фото — И. Нечаев

Разработано в лаборатории журнала "РАДИО"

Знаете ли вы?

Умформер и вибрационный выпрямитель

Если сейчас выпрямить переменный ток или преобразовать постоянный не представляет никакой сложности — к нашим услугам огромный выбор полупроводниковых диодов, тиристоров и транзисторов на практически любые напряжения и токи, то в конце позапрошлого и начале прошлого века это представляло большую проблему. Для силовой электротехники очевидное решение пришло после того, как были изобретены динамомашина с самовозбуждением и мотор переменного тока. Соединив их валы вместе, получили умформер — преобразователь тока.

Выпускали и одноякорные умформеры, у которых две обмотки размещали в одних и тех же пазах статора и ротора. По виду умформер почти неотличим от обычного электромотора, разве что вал не обязательно выведен наружу. Умформеры преобразовывали постоянное напряжение в постоянное, переменное в постоянное, и наоборот, т.е. возможны были любые комбинации входных и выходных напряжений и родов тока. Там, где речь шла о значительной мощности, умформеры (электромашинные преобразователи) были незаменимы.

Для выпрямления небольшого тока изобрели другое устройство — вибрационный выпрямитель. Он представлял собой упругую пластинку—якорь, закрепленную одним концом. На другом конце по обе стороны пластинки размещали контакты. При колебаниях пластинки они поочередно замыкались с якорем. Для возбуждения колебаний вблизи якоря помещали электромагнит. Крайние выводы вторичной обмотки трансформатора питания соединяли с контактами, а со среднего вывода и якоря снимали двухполупериодно выпрямленное напряжение. Возбуждающий электромагнит подключали к отдельной обмотке трансформатора.

На базе подобных устройств позже разработали вибропреобразователь постоянного напряжения в постоянное. На якоре размещали две пары контактов, одна из которых коммутировала ток в двухтактной первичной обмотке трансформатора, а вторая выпрямляла напряжение вторичной обмотки. Ток в обмотке возбуждения прерывался еще одной парой контактов. Вибропреобразователи обладали многими недостатками (вибрация, писк или гудение при работе, малый срок службы,) эти старинные устройства к настоящему времени полностью вытеснены полупроводниковыми преобразователями.

Редактор — В. Поляков

Ответственный редактор Степанов Б. Г.
(RU3AX)
тел. 207-68-89
E-mail: kw-ukw@radio.ru

При содействии Союза радиолюбителей России

РАДИО о связи

ЖУРНАЛ В ЖУРНАЛЕ

Событию — четверть века

"Голубая гостиная" газеты "Комсомольская правда" 16 марта была переполнена. В этот день ровно 25 лет назад с острова Генриэтты стартовала высокоширотная полярная экспедиция газеты — лыжный переход к Северному полюсу. На встречу с отважной группой через четверть века пришли полярники, авиаторы, моряки и многочисленный "сухопутный народ", принимавший участие в подготовке экспедиции. Ну и, конечно, радисты, без самоотверженной и четкой работы которых было бы невозможно осуществить этот уникальный переход.

О роли радистов в экспедиции можно написать очень много, но лучше, чем это было сделано в октябрьском номере журнала "Радио" за 1979 год, — трудно. Здесь лишь подчеркнем, что с самого начала экспедиция сделала ставку на любительскую радиосвязь (на всех уровнях — и с маршрутной группой, и с Москвой) и что коротковолновики блестяще решили эту задачу. Именно поэтому наряду с участниками маршрутной группы высокими государственными наградами были отмечены и радисты: Леонид Лабутин (UA3CR) и Георгий Иванов (RA3AU, ex UA3AFX) — орденами "Знак Почета", Геннадий Шуленин (ex UW3CX) — медалью "За трудовую доблесть". Мы советуем радиолюбителям (особенно начинающим) прочитать этот материал. Его можно найти и на сайте журнала (**ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/05/polyus.zip**).

На протяжении всей экспедиции в радиолюбительском эфире с островов Северного Ледовитого океана, полярных дрейфующих станций и, наконец, с Северного полюса звучали позывные наших коротковолновиков. Они использовали позывные с префиксом U0, например, U0AFX — UA3AFX. А в завершении прошли даже мини-соревнования по радиосвязи на КВ — "Полюс — 1979", в которых приняла участие и радиостанция маршрутной группы U0K.





Участники экспедиции — через 25 лет: стоят (слева направо) Георгий Иванов (RA3AU), Анатолий Мельников (U0K), Федор Склокин (UA3AER), Вадим Давыдов, Владимир Леднев, Михаил Деев; присели (слева направо) Василий Шишкарев, Дмитрий Шпаро (UA3AJH), Владимир Снегирев (корреспондент "Комсомольской правды"), Владимир Рахманов (UA3AJI).

Памяти Э. Кренкеля посвящается ...

Подведены итоги мемориальных соревнований "Память — 2003". В минувшем году они были посвященны 100-летию со дня рождения выдающегося полярного радиста Эрнста Теодоровича Кренкеля (RAEM).

Число участников соревнований неуклонно растет. В этот раз в них приняло участие 216 радиостанций, 100 из которых работали в память о радиолюбителях — наставниках и друзьях. Ведь только в этих соревнованиях участники могут "оживить" в эфире позывные близких им людей. Вот некоторые комментарии из отчетов участников:

Борис Костин (UA3WI): "Работу в этих соревнованиях я посвящаю "замолчавшему ключу" — Петровичеву Владимиру Тихоновичу (U3WG), который возглавлял федерацию радиоспорта Владимирской области и сделал многое для воспитания молодых радистов".

Андрей Белоусов (UA3ABR): "Работаю в память о моем отце Белоусове Владимире Васильевиче (UA3CA), неоднократном чемпионе СССР по радиосвязи на КВ".

Игорь Гетьман (EU1EU): "Огромное спасибо за теплый тест — за возможность озвучить позывные близких людей и друзей. В соревнованиях я работал за Валерия Томкунаса (EU2AW) — нашего одноклубника по AGB, много сделавшего для клуба и для белорусских радиолюбителей."

Операторы коллективной радиостанции RK9QWN: "Большое спасибо за организацию соревнований. Они дают многим людям возможность еще раз вспомнить в эфире близких им людей, которые живут в их сердцах."

Редакция журнала "Радио" благодарна за такие отклики. Мы надеемся, что и в дальнейшем "Память" будет собирать в эфире радиолюбителей, желающих почтить память "замолчавших ключей". Как справедливо замечено в нескольких отчетах, для этих соревнований пока нет конфигурационных файлов для популярных программ. Но надеемся, это положение будет исправлено.

По традиции, в этих соревнованиях нет призов. Ведь главное в них — память о людях. Но в связи с тем, что в минувшем году они были посвящены 100-летию со дня рождения Э.Т. Кренкеля, занявшие первые места среди радиостанций, работавших за SK в каждом зачете (CW, SSB, MIX), будут отмечены медалями. Все участники, работавшие за "замолчавший ключ", отмечены юбилейными контест-дипломами журнала "Радио". Одновременно с ними контест-дипломами отмечены операторы остальных радиостанций, показавшие лучший результат в шести возрастных подгруппах — до 20 лет, 21 — 40, 41 — 50, 51 — 60, 61 — 70 и старше 70 лет, а также радиостанции с несколькими операторами, занявшие первые места (все они выделены в итоговых таблицах **жирным** шрифтом).

Настоящими карточками Э.Т. Кренкеля с факсимиле его подписи будут отмечены лидеры (первые три места) в подгруппах, работавших за SK, и победители (первые места) в остальных подгруппах. Отмеченные карточками в таблицах выделены *курсивом*.

Ниже приведены таблицы итоговых результатов по подгруппам и зачетам.

Радиостанции с одним оператором, работавшие за SK (место, позывной, позывной SK, зачтено связей, итоговый результат):

CW

1	*UA3TU*	*UA4HUT*	*142*	*11080*
2	*UA4CC*	*UA4CO*	*114*	*9122*
3	*YL2PQ*	*DJ3WH*	*113*	*8722*
4	UA3WU	UA3WBA	99	7888
5	UU2JA	UB5SP	82	6843
6	UA3GM	UA3GO	75	5815
7	UA1HS	UW1BQ	70	5615
8	EU6AA	EV6A	66	5363
9	UA3SDC	UA3SBD	61	5150
10	UP100RAEM	UT5HP	54	4104
11	RU2FM	RV1CW	44	3702
12	LZ3PZ	LZ1FO	38	3298
13	UA4HAZ	UA9SB	33	2802
14	UA9XO	UA9XD	35	2717
15	UA9CBM	UA9CT	30	2116
16	RA9MLL	UA9NM	28	2005

SSB

1	*RV9XO*	*RV9XN*	*167*	*12422*
2	*RK9AK*	*UW9AF*	*153*	*10866*
3	*RA9JM*	*RX9JS*	*119*	*8822*
4	RA3ZI	UA3ZE	106	7799
5	RV9CQ	RA9CPI	100	7447
6	RA0QQ	UA9LG	93	6964
7	RA9XF	UA9XP	80	5884
8	RU2FL	UA2AO	72	5537
9	RW0UU	UA0QO	72	5295
10	UA9XW	RW9XA	64	4932
11	RW9FD	UA9FDU	64	4743
12	RW3DL	UA4OO	58	4375
13	RA3ADR	U3AV	60	4309
14	UN2BB	UN7BHX	97	4199
15	UA3WI	U3WG	48	3865
16	RZ9UL	U9UU	48	3831
17	UA9UDX	UA0ZI	45	3719
18	RU0SM	UW0SJ	49	3627
19	UA9XCI	UA9XLI	47	3386
20	UA0SQU	UA0SBO	30	2652
21	RA0UK	UA0UAF	28	2495
22	RA3VGS	UW3VO	28	2324
23	UA4AD	UW4AS	27	1881
24	UA3ABR	UA3CA	26	1867
25	RW4HO	UA4IF	27	1823
26	RN1BR	UN1AS	20	1557
27	EU1EU	EU2AW	18	1255
28	RA3MV	U4IL	10	673

MIX

1	*UA3MM*	*U3NF*	*181*	*14071*
2	*UA3WW*	*U4IL*	*141*	*11096*
3	*RV6AJ*	*UA6AJP*	*126*	*10148*
4	RA3TLA	RW3TD	130	9460
5	RA9AB	UV9AS	118	9020
6	RU3AT	RW3DS	106	8367
7	RN4SS	UA4TO	78	5940
8	RV3FD	U3AB	79	5641
9	RW0UM	UA0QO	76	5534
10	UA0DW	UA0QO	55	4257
11	RW0SP	UA0SP	48	4013
12	RA9HC	U9IB	51	3914
13	UA9FL	UA9FV	7	475

Члены клуба "Арктика", работавшие за SK (место, позывной, позывной SK, зачтено связей, итоговый результат):

MIX

1	*RA9DZ*	*RA9YJ*	*175*	*12476*
2	*UA1ZZ*	*UA1ZM*	*107*	*8024*
3	*RU0SU*	*RA0SHZ*	*99*	*7477*
4	RU0UA	UA0QO	43	3362
5	RZ9CX	UA9CDA	40	3017

Радиостанции с несколькими операторами, работавшие за SK (место, позывной, позывной SK, зачтено связей, итоговый результат):

CW

1	*RK9MZZ*	*U3DQ*	*86*	*6654*
2	*RK3WWA*	*UA3WZ*	*56*	*4095*

SSB

1	*RK3XWD*	*UA3XZ*	*71*	*5257*
2	*RK9MWL*	*UA9MH*	*66*	*4878*
3	*R3R*	*RAEM*	*50*	*3629*
4	RK9SWM	RA9SPV	35	2846
5	RK0WWE	UA0WC	29	2411
6	EW8ZZ	EW8OB	25	2011
7	RZ9UZP	UA9VB	21	1845
8	EU1EU	EU2AW	18	1255

MIX

1	*RK0Q*	*UA0RC*	*214*	*15581*
2	*RK2FXB*	*UA2AO*	*95*	*7997*
3	*RK0SXR*	*UA0SP*	*69*	*7743*
4	UA9UWM	UA9VB	64	5469
5	RK1QXI	U1SX	63	5037
6	EW8WW	EW8OB	58	4917
7	RK0QWT	UA0QO	54	4064
8	RK0SZZ	UA0SLT	24	1960

Радиостанции с одним оператором (место, позывной, зачтено связей, итоговый результат, возраст):

CW

1	***RW3AI***	***82***	***6639***	***50***
2	**RA9MGX**	**79**	**5609**	**20**
3	YL3DX	66	5224	46
4	**U3DI**	**63**	**5044**	**85**
5	**RV4LC**	**56**	**4278**	**62**
6	UA4OZ/P	52	4173	66
7	UA3AEM	48	3877	47
8	RU3WR	39	3474	45
9	RU9AT	41	3159	65
10	UA9OA	31	2614	46
11	RD4WA	28	2498	41
12	**LZ1FJ**	**22**	**2065**	**57**
13	RA9XU	25	2007	52
14	RA9JG	18	1466	52
15	RV9CLF	20	1249	50
16	UA9SMU	10	899	44

SSB

1	***RN3ZC***	***161***	***11688***	***45***
2	RN1NP	126	9244	47
3	RA9AQU	111	7490	48
4	**RK3TM**	**95**	**7123**	**52**
5	**RA3RHA**	**100**	**7104**	**28**
6	**UR3LBN**	**96**	**6948**	**17**
7	UA6ADC	80	6250	57
8	RX9UKF	73	5283	45
9	UR5MQX	68	5067	54
10	UA3EUW	59	4380	50
11	UA9XSJ	56	4034	53
12	UA3YLC	43	3380	44
13	RA3NN	36	2535	42
14	UA3LHL	34	2348	32
15	RN3FY	21	1707	51
16	**U5EX**	**21**	**1500**	**71**
17	RN9AAA/9	18	1366	36
18	RX6LSZ	21	1316	55
19	ER2AR	19	1283	17
20	RA3FD	2	200	49

MIX

1	***YL2KA***	***199***	***14948***	***46***
2	RW4PY	165	12262	42
3	UA9CDC	157	11615	47
4	UA6HON	117	9012	47
5	**UA9AOL**	**100**	**8051**	**54**
6	RZ3AZ	102	7847	46
7	**RW3XZ**	**88**	**7060**	**31**
8	LY3UM	76	5816	39
9	**UA3YAM**	**67**	**5218**	**69**
10	RV9XJ	65	4956	35
11	RK9CR	70	4866	54
12	UA0WF	54	4681	53
13	UA9DP	51	3613	53
14	RA9FLW	49	3594	51
15	RA0AFM	42	3581	36
16	UA6ATG	38	3129	39
17	RW9IM	32	2618	50
18	RA0BX	33	2370	40
19	RW3GU	26	2004	34
20	UA9AX	22	1632	48
21	**UA9OUU**	**17**	**1608**	**16**
22	RA3XEV	13	1212	33
23	RX9CBS	12	819	31

Радиостанции с несколькими операторами (место, позывной, зачтено связей, итоговый результат):

SSB

1	***RK9JWI***	***78***	***5975***
2	RK6HWR	82	5954
3	RZ9OWN	60	4292
4	RK3VXL	58	4161
5	RK9YWW	45	3648
6	RK9QWN	46	3402
7	RZ9SWA	33	2327
8	RU9CWO	15	1105

MIX

1	***RK1QXX***	***215***	***15398***
2	RK3MXT	193	13860
3	RZ9UWZ	141	10846

Наблюдатели (место, позывной, зачтено связей, итоговый результат, вид работы):

1	*R0A-73*	*56*	*3850*	*SSB*
2	US-1-666	39	2273	SSB
1	UA3-170-847	201	14288	MIX
2	UA3-170-101	67	8841	MIX

Итоги соревнований на диапазоне 160 метров

Подведены итоги ставших традиционными соревнований на диапазоне 160 метров.

Лучшим в подгруппе радиостанций с одним оператором уже второй год подряд стал Юрий Куриный (UA9AM), а тринадцатилетний Сергей Кондратенко (UA9QFF) показал наилучший результат в подгруппе радиостанций с одним оператором 1985 года рождения и моложе. Они отмечены памятными медалями.

Коллективная радиостанция Тамбовского областного дворца творчества детей и молодежи RX3RXX два года подряд уверенно занимает первое место среди молодежных радиостанций с несколькими операторами. Победителем среди "взрослых" радиостанций с несколькими операторами стала коллективная радиостанция RK0AXX из Красноярска.

Лучшим "телефонистом" в подгруппе молодежных радиостанций с одним оператором стал Сергей Бунаков (UR3LBN). Единственным (а значит, и лучшим) телеграфистом в этой подгруппе был Сергей Кихтенко (RK6ATQ). Эти два участника также отмечены юбилейными контест-дипломами журнала "Радио".

Среди взрослых "телеграфистов-одиночек" лучший результат показал Игорь Соколов (UA9CDC), а среди "телефонистов" — Николай Щербаков (RX3DQN). Они также отмечены юбилейными контест-дипломами.

В приведенных ниже результатах **жирным** шрифтом выделены абсолютные победители, победители по странам и радиолюбительским районам России (все они отмечены юбилейными контест-дипломами журнала "Радио"). Результаты в итоговых таблицах приведены в следующей последовательности: место, позывной, зачтено радиосвязей, итоговый результат, вид работы.

Радиостанции с одним оператором (взрослые участники)

1	**UA9AM**	**153**	**462**	**MIX**
2	**RW4PL**	**147**	**360**	**MIX**
3	**UA9CDC**	**126**	**342**	**CW**
4	**UA0ANW**	**92**	**340**	**MIX**
5	RU4PU	130	318	MIX
6	UA4FER	120	253	MIX
7	**RK3DK**	**99**	**239**	**MIX**
8	**RX3DQN**	**96**	**205**	**SSB**
9	RK9DV	68	174	SSB
10	UA9JMJ	45	170	SSB
11	**UR5MNZ**	**80**	**162**	**SSB**
12	RW3XZ	73	148	MIX
13	RA3ZI	76	139	MIX
14	UA9QM	56	138	MIX
15	UT3MC	63	124	SSB
16	RW4PY	44	119	CW
17	RA4PVD	60	118	MIX
18	RV9AZ	37	116	MIX
19	RW0AR	21	110	MIX
20	US0QG	50	90	MIX
21	RX9QDF	55	89	SSB
22	UV5EEO	44	85	SSB
23	UA9OIE	38	84	SSB
24	UA3RBO	40	71	MIX
25	RZ9UF	33	67	SSB
26	UA0SJ	17	62	SSB
27	**LY2GW**	**23**	**61**	**CW**
28	UA3LHL	35	57	SSB
29	RK6BZ	29	56	CW
30	UW8BI	32	55	SSB
31	RU0AHD	25	49	SSB
32	UA3YLC	24	46	SSB
33	UA4PIE	23	45	SSB
34	UA3TL	26	41	SSB
35	RA0AOD	23	40	SSB
36	**M0AJT**	**6**	**32**	**CW**
37	RU0AJN	20	32	SSB

Радиостанции с несколькими операторами (взрослые участники)

1	**RK0AXX**	**76**	**299**	**MIX**
2	**RZ9UWZ**	**69**	**185**	**MIX**
3	**RK3AWK**	**85**	**175**	**MIX**
4	**RU6YY**	**47**	**94**	**MIX**
5	RK9MWL	31	74	SSB
6	RK9QWN	36	60	SSB

Радиостанции с одним оператором (1985 года рождения и моложе)

1	**UA9QFF**	**68**	**163**	**MIX**
2	**UR3LBN**	**78**	**152**	**SSB**
3	RK9MXG	45	109	SSB
4	UA9LIF	38	95	SSB
5	**RA4CBH**	**52**	**89**	**SSB**
6	**RN3ZJJ**	**43**	**77**	**SSB**
7	**RK6ATQ**	**35**	**68**	**CW**
8	RX9CHY	33	64	SSB
9	RX9CHU	30	60	SSB
10	RV9WHG	29	59	SSB

Радиостанции с несколькими операторами (1985 года рождения и моложе)

1	**RX3RXX**	**119**	**236**	**MIX**
2	RK3MWI	75	186	MIX
3	**RK4FWX**	**80**	**159**	**SSB**
4	**UR4AWL**	**78**	**146**	**MIX**
5	**UA9UWM**	**46**	**97**	**MIX**
6	RZ3TZZ	22	35	SSB

Наблюдатели

1	**UA3-170-847**	**69**	**133**



Новости

Есть рекорд мира!

Успешно завершилась 3-я российская низкочастотная экспедиция. На этот раз был активизирован Дальний Восток. Итогом ее работы стал новый рекорд мира по дальности связи на диапазоне 136 кГц. Было перекрыто расстояние 10311 км. На российской радиостанции (она использовала позывной UA0LE) работали RU6LA, UA9OC, UA0LE и RA0LGH. Их корреспондентом была новозеландская радиостанция ZM2E, принадлежащая Веллингтонскому радиоклубу.

Новое руководство IARU

По результатам голосования национальных радиолюбительских организаций президентом IARU на ближайшие пять лет избран Larry E. Price (W4RA), а вице-президентом — Timothy S. Ellam (VE3SH/G4HUA). Они вступят в должность 9 мая этого года.

Дипломы

"Эрнст Кренкель — RAEM". Этот диплом учрежден редакцией журнала "Радио" и Союзом радиолюбителей России в связи с 100-летием со дня рождения Э. Т. Кренкеля (RAEM). Его выдают за связи, установленные на любом диапазоне любым видом излучения в период с 19-го по 21 декабря 2003 года (начало периода и его окончание по московскому времени). Соискатели из Европы должны установить связи с 100 российскими радиостанциями, из которых одна связь должна быть с мемориальной радиостанцией RAEM, одна с любой из мемориальных радиостанций R#AEM и одна с любым из членов радиоклуба "Арктика". Список членов этого клуба есть на сайте **http://www.arktika.boom.ru/members_list.htm**. Соискателям из других континентов достаточно провести связи с десятью российскими радиостанциями, из которых одна должна быть с любой из мемориальных станций (RAEM или R#AEM). Всем соискателям (независимо от QTH) диплом можно получить либо за QSO с мемориальной радиостанцией RAEM и QSO с тремя разными мемориальными радиостанциями R#AEM, а также за QSO с любыми пятью (из шести работавших в этот период) мемориальными радиостанциями R#AEM. Повторные связи не засчитываются. На аналогичных условиях диплом выдают и наблюдателям.

Заявку составляют в виде выписки из аппаратного журнала и направляют в дипломную службу СРР по адресу: 119311, Москва, аб. ящ. 88. Соискатели из России оплачивают диплом переводом на сумму 60 руб. на банковский счет Союза радиолюбителей России, соискатели из других стран СНГ — на сумму 150 руб., соискатели из остальных стран — 7 IRC. Заявки будут принимать до 31 декабря 2004 года.

Соревнования

В этом году международные соревнования "Полевой день" на призы журнала "Радио" пройдут с 14 UTC 3 июля до 13 UTC 4 июля. В этот же период пройдут Чемпионат РФ по радиосвязи на УКВ (организатор СРР) и УКВ "Полевые дни" многих других национальных радиолюбительских организаций 1-го района IARU. Поскольку, с одной стороны, основная масса участников — россияне, а с другой — успех Чемпионата страны немыслим без широкого международного участия, то международный "Полевой день", организуемый журналом, и Чемпионат страны будет, как и в прошлые годы, судить единая судейская коллегия.

В этом году в положение о Чемпионате внесены некоторые изменения, но они не касаются эфирной работы — во всех соревнованиях время проведения одно и то же. Одинаковые и контрольные номера, которые совпадают с теми, что используют в своих "Полевых днях" иностранные радиолюбители. Начисление очков в Чемпионате теперь несколько другое, но это касается только работы судейской коллегии. Мы приводим изложение положения о Чемпионате, поскольку в положение о "Полевом дне" изменения не вносились. Особо надо подчеркнуть, что по договоренности между организаторами (журнал "Радио" и СРР) во избежание путаницы, которая была в прошлые годы, установлен единый адрес для высылки отчетов. Как электронные, так и бумажные отчеты должны высылаться в адрес редакции журнала "Радио" (**contest@radio.ru** и 107045, Москва, Селиверстов пер., 10).

Чемпионат РФ по радиосвязи на УКВ проводится в соответствии с "Правилами соревнований по радиоспорту", "Единой всероссийской спортивной классификацией", "Инструкцией о порядке регистрации и эксплуатации любительских радиостанций РФ" и настоящим положением (см. сайт **www.srr.ru**). Зачет в нем есть только для российских граждан, территориально находящихся в пределах РФ.

Соревнования проводятся на трех радиолюбительских диапазонах: 144 МГц, 432 МГц и 1296 МГц. Виды работы: CW, Phone (SSB, FM, AM). В зачет принимаются радиосвязи, проведенные с радиолюбителями всех стран и территорий мира с использованием всех видов прохождения на УКВ (за исключением связей через активные и пассивные ретрансляторы, спутники, Луну и метеоры, а также связей с радиостанциями, находящимися на подвижных объектах). За все время соревнований с одним корреспондентом на каждом диапазоне засчитывается одна радиосвязь (независимо от вида работы CW или Phone).

Зачетные подгруппы: SOSB 144, SOSB 432, SOSB 1296, SOMB, MOMB (не более трех операторов), SOSB YL 144, SOSB YL 432, SOSB YL 1296, SOMB YL. Участник может работать в соревнованиях на нескольких диапазонах, а выступать как SOSB. При этом в отчете остальные диапазоны должны быть отмечены — "Для контроля".

Участники соревнований обмениваются контрольными номерами, состоящими из RS(T), порядкового номера радиосвязи, начиная с 001, и WWW QTH LOC. Нумерация радиосвязей — отдельная по каждому диапазону.

При наличии в отчете более 5 % повторно переданных и пропущенных контрольных номеров участник снимается с зачета соревнований. При превышении 30 % не засчитанных связей от числа заявленных (исключая не присланные отчеты) участник снимается с зачета соревнований. Расхождение во времени проведения радиосвязей допускается не более трех минут. Временем проведения связи считается момент ее окончания. Время в отчетах указывается в UT.

За каждую зачетную радиосвязь начисляются очки за каждый километр расстояния до корреспондента: на диапазоне 144 МГц — 1 очко, на диапазоне

(Окончание см. на с. 64)

Синтезатор частоты для КВ трансивера

Александр Тарасов (UT2FW), г. Рени, Украина

Синтезатор частоты в аппаратуре связи, являясь сердцем системы настройки, определяет не только потребительские, но и избирательные характеристики конкретного аппарата. В последние годы появились радиолюбительские конструкции синтезаторов с применением микросхем прямого цифрового синтеза фирмы Analog Device (http://www.analog.com). Между собой микросхемы различаются предельной выходной частотой, качеством синтезируемого сигнала, “навороченностью” сервиса и, что не менее важно, ценой. Попытаемся разобраться, как и какие микросхемы DDS целесообразно применять при построении синтезатора частоты коротковолнового трансивера.

Прямой цифровой синтез частоты — DDS (Direct Digital Sinthesys), довольно "молодой" метод синтеза, первые публикации о котором начали появляться в конце 70-х годов. Частотное разрешение DDS достигает сотых и даже тысячных долей герца при выходной частоте в несколько десятков мегагерц. Другой характерной особенностью DDS является очень высокая скорость перестройки по частоте, которая ограничена только быстродействием цифрового управляющего интерфейса. Синтезаторы на основе PLL используют обратную связь и фильтрацию сигнала ошибки, что замедляет процесс перестройки частоты. Поскольку выходной сигнал DDS синтезируется в цифровом виде, можно осуществлять модуляцию различных видов. Как с технической, так и с экономической стороны DDS удовлетворяет большинству критериев идеального синтезатора частоты: он простой, высокоинтегрированный, с малыми габаритами. Многие параметры DDS программно-управляемые, что позволяет заложить в устройство новые возможности. Все это делает синтезаторы DDS очень перспективными приборами.

С процессами дискретизации и цифро-аналогового преобразования, которые имеют место в DDS, связаны и некоторые ограничения:

- максимальная выходная частота не может превышать половину тактовой (на практике она еще меньше), что ограничивает применение DDS областями HF и части VHF-диапазона;
- отдельные побочные составляющие выходного сигнала DDS могут быть значительными, по сравнению с синтезаторами других типов. Спектральная чистота выходного сигнала сильно зависит от качества ЦАП;
- потребляемая мощность практически прямо пропорциональна тактовой частоте и может достигать сотен милливатт, что может ограничить их применение в устройствах с батарейным питанием.

Не вдаваясь в подробности структуры и принцип работы микросхем DDS (все это подробно описано в специальной литературе), остановимся лишь на общих вопросах их применения и характеристиках.

Основной проблемой, пока еще сдерживающей применение микросхем DDS в качестве гетеродина КВ трансивера, — это наличие в спектре составляющих, уровень которых около −80 дБ. Они слышны практически сплошной чередой (как "забор" из пораженных точек) при перестройке трансивера с отключенной антенной. Избавиться от этих составляющих можно только следящим за выходной частотой DDS фильтром, но изготовление такого фильтра резко усложняет конструкцию.

Автор пробовал использовать в самодельных трансиверах синтезированный сигнал напрямую с выхода микросхем DDS, вместо сигнала гетеродина на базе "классического" однопетлевого синтезатора. Выходной сигнал DDS синтезатора фильтровался ФНЧ с частотой среза 32 МГц. Трансиверы, в которых испытывались синтезаторы, были построены по схеме с одним преобразованием и ПЧ в пределах 8,321...8,9 МГц. Первый смеситель — пассивный, выполненный на транзисторах КП305Б или на микросхеме КР590КН8А, управляемый "меандром". Уровень ВЧ сигнала на смесителе — не более 3 В (эфф). Чувствительность — 0,3 мкВ. Динамический диапазон по интермодуляции — не ниже 90 дБ при подаче двух сигналов с разносом ±8 кГц, что, по мнению автора, устроит большинство работающих в эфире радиолюбителей. Именно такие параметры имели все испытанные трансиверы с "классическим" однопетлевым синтезатором. Его подробное описание можно найти на сайте **http://cqham.ru/ut2fw**. Там же можно найти схему DDS синтезатора на его основе.

Испытания синтезаторов показали, что, например, с микросхемой AD9850 уровень составляющих фиксировался на уровне 2...4 балла по шкале S-метра. При подключенной антенне в сумме с уровнем эфирного шума S-метр показывал от 4 до 7 баллов на частотах ниже 10 МГц. На диапазонах 160 и 80 м "забор" практически был не заметен.

С микросхемой AD9851, паспортные шумовые характеристики которой на 10 дБ лучше, средний уровень комбинационных составляющих не превысил 1...3 балла по шкале S-метра. При работе в эфире на частотах ниже 10 МГц их практически нельзя обнаружить на слух, но это, в свою очередь, зависит от значения выбранной промежуточной частоты (например, 8,363 МГц). Качество самого синтезированного микросхемой DDS сигнала отменное, тон "идеальный", ширина "шума" минимальная. Разрешающая способность анализатора спектра СК4-59 не позволила найти отличие сигнала этого синтезатора от сигнала классического ГПД на полевом транзисторе (КП307Г, индуктивная трехточка, перестройка с помощью КПЕ). Если бы не эти, хотя и довольно слабые, "пик, пик, пик" при перестройке, можно было бы выкинуть однопетлевой синтезатор из трансивера и на его место установить синтезатор DDS.

Проведенная работа позволяет говорить о невозможности применения микросхем прямого цифрового синтеза AD9850, AD9851 в трансивере с чувствительностью около 0,3 мкВ без ухудшения его характеристик. Не исключено, что при менее жестких требованиях к чувствительности трансивера и другом варианте смесителя эти микросхемы могут найти применение в гетеродине. Наверное, это будет хороший вариант синтезатора микротрансивера для походных условий со всевозможным сервисом (управление от процессора), практически без входных фильтров (преобразование вверх), с непрерывным рабочим диапазоном от 0 до 15 МГц. Размеры синтезатора вместе с управляющим контроллером — не больше спичечного коробка. Максимальная синтезированная частота может быть более 75 МГц, а промежуточная частота трансивера может достигать 60 МГц! Шаг перестройки — хоть доли герца!

В описаниях микросхем DDS фирма-изготовитель предлагает два варианта их применения в PLL синтезаторах с повышенными требованиями к качеству выходного сигнала: использовать как "подстраиваемый опорный генератор" или как делитель с переменным коэффициентом деления (ДКПД) в однопетлевом синтезаторе. Сведений о различии качественных характеристик синтезаторов обоих версий найти не удалось.

Анализируя схемотехнику импортных трансиверов, автор обнаружил там реализацию только второго варианта (например, в трансиверах FT-100, FT-817), на базе которого и был построен предлагаемый синтезатор. Следует также отметить универсальность такого варианта синтезатора. В зависимости от управляющей программы и частоты настройки ГУН его можно использовать как для трансивера с низкой ПЧ, так и для трансивера с "преобразованием вверх". В синтезаторе под низкую ПЧ ГУН работает на частотах в четыре раза выше требуемых, а при подаче сигнала на смеситель его частота делится на 4 дополнительным делителем. Исключив делитель на 4, синтезатор можно применять для переделок и расширения возможностей списанной военной связ-

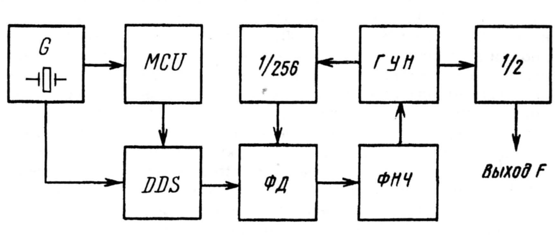


Рис. 1

ной техники, например, "Р-143", "Ядро", "Кристалл", "Р-399" и им подобным, с высокой первой ПЧ. В **табл. 1** приведена "стандартная" раскладка частот под низкую ПЧ (8,863 МГц). В **табл. 2** — раскладка частот для ПЧ 90 МГц, которую также можно использовать и под любую другую частоту (ограничений в программе нет), а ее применение в трансивере с низкой ПЧ намного облегчит проблему подавления зеркальных и побочных каналов приема.

Структурная схема синтезатора приведена на **рис. 1**. Сигнал тактового кварцевого генератора частотой 20 МГц используется одновременно для работы микросхемы DDS и PIC-контроллера. В зависимости от выбранного диапазона и управляющей программы контроллера микросхема DDS формирует частоты от 80 до 500 кГц, которые через фильтр нижних частот (ФНЧ) поступают на один из входов частотно-фазового детектора (ФД). Выходная частота ГУН делится на 256 и поступает на второй вход частотно-фазового детектора. Напряжение с выхода ФД, пройдя через фильтр НЧ, поступает на варикап перестройки ГУН по частоте. Изменение напряжения происходит до тех пор, пока частоты на обоих

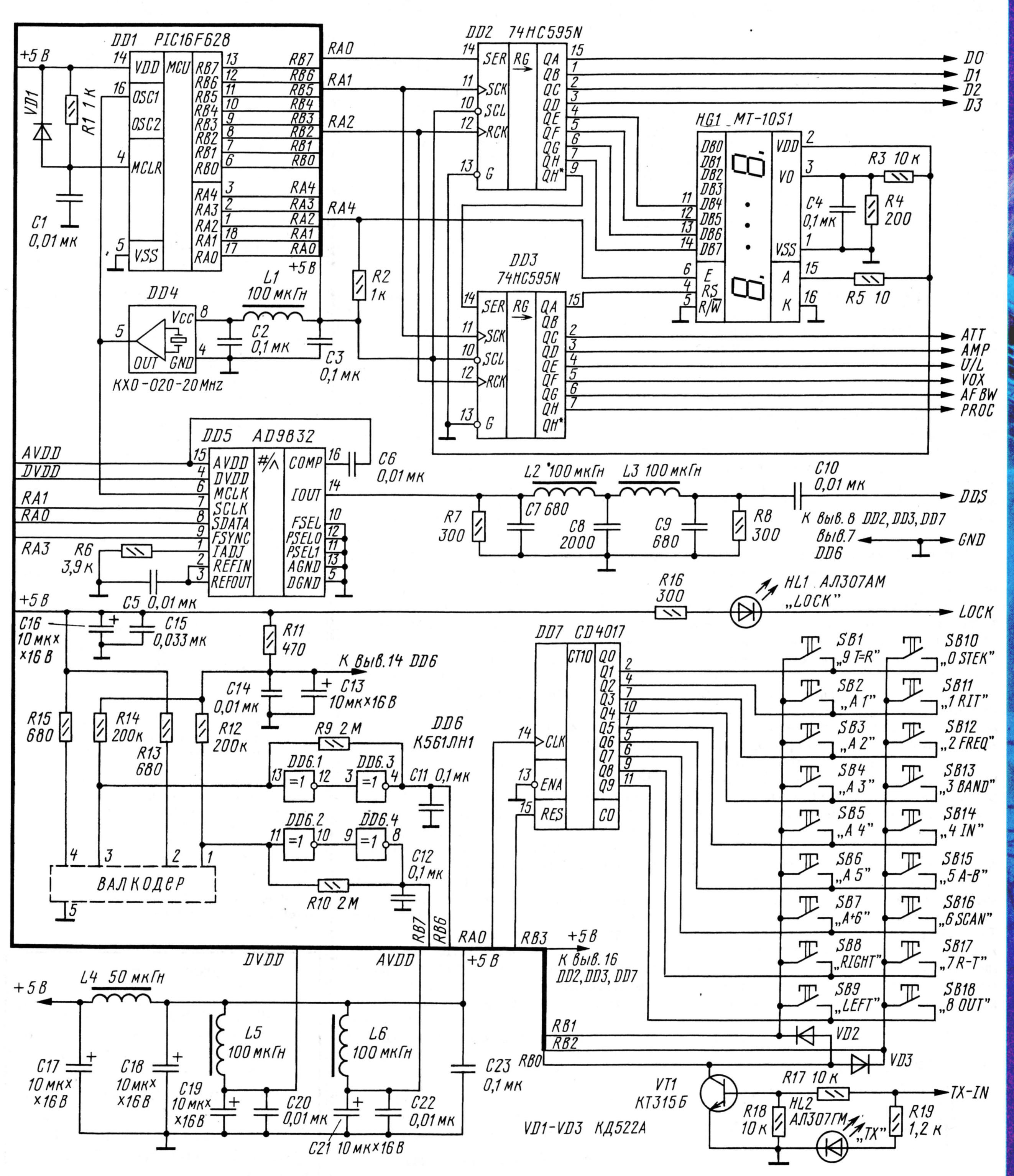


Рис. 2

Таблица 1

Рабочий диапазон, кГц	Знак ПЧ	Выходные частоты синтезатора, кГц	Диапазон перестройки ГУН, кГц	Диапазон частот на выходе DDS, Гц
1810...2000	+	10672...10862	42688...43448	166750...169718,75
3500...3800	+	12362...12662	49448...50648	193156,25...197843,75
7000...7300	+	15862...16162	63448...64648	247843,75...252531,25
10100...10150	+	18962...19012	75848...76048	296281,25...297062,5
14000...14350	–	5138...5488	20552...21952	80281,25...85750
18068...18200	–	9206...9338	36824...37352	143843,75...145906,25
21000...21450	–	12138...12588	48552...50352	189656,25...196687,5
24890...25140	–	16028...16278	64112...65112	250437,5...254343,75
28000...29700	–	19138...20838	76552...83352	299031,25...325593,75

Таблица 2

Рабочий диапазон, кГц	Диапазон перестройки ГУН, кГц	Диапазон частот на выходе DDS, Гц
1800...2000	91800...92000	358633...359375
3500...3800	93500...93800	365234...366406
7000...7300	97000...97300	378906...380078
10100...10150	100100...100150	391016...391211
14000...14350	104000...104350	406250...407617
18068...18318	108068...108318	422141...423117
21000...21450	111000...111450	433594...435352
24890...25140	114890...115140	448789...449766
28000...29700	118000...119700	460938...467578

входах ФД не совпадут. При совпадении частот кольцо ФАПЧ замыкается и удерживает частоту. Выходной частотой DDS управляет микроконтроллер, в соответствии с заложенной в него программой и состоянием внешних цепей управления. Чтобы частота ГУН подходила для построения TRX с низкой ПЧ, ее дополнительно делят на 2 или на 4 в зависимости от того, какой смеситель применяется в трансивере. В авторском трансивере формирование управляющих противофазных сигналов для смесителя выполнено на микросхеме 74AC74, которая делит частоту на 2.

Шаг перестройки синтезатора выбирается программно и может быть установлен с дискретностью в 1, 10, 20, 30, 50, 100, 1000 или 5000 Гц. Стабильность частоты синтезатора, зависящая в основном от стабильности тактового кварцевого генератора, сопоставима со стабильностью синтезаторов импортных промышленных трансиверов. При постоянной окружающей температуре уход частоты возможен в пределах нескольких герц. При нагревании тактового генератора паяльником до +70 °С уход частоты на диапазоне 28 МГц — не более 140 Гц. Для примера, в дорогом трансивере "IC-756" (по данным фирмы) в первый час после включения изменение частоты составляет ±200 Гц, а после прогрева — ±30 Гц в час при температуре +25 °С. При изменении температуры от 0 до +50 °С частота может меняться в пределах ±350 Гц.

В синтезаторе применен гибридный TTL генератор от материнской платы компьютера. При очень жестких требованиях к стабильности частоты можно применить термокомпенсированный высокостабильный генератор, хотя целесообразность его применения вызывает у автора очень большие сомнения, да и стоимость такого генератора сопоставима со стоимостью всего синтезатора.

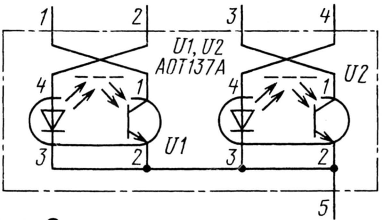


Рис. 3

Принципиальная схема контроллера синтезатора приведена на **рис. 2**. В синтезаторе применен микроконтроллер DD1 PIC16F628, хотя существует управляющая программа и под PIC16F84A. Программы для этих микроконтроллеров написаны Владимиром RX6LDQ (**develop-pic@yandex.ru**).*

Подробно описывать работу микроконтроллера DD1 нет смысла, пусть он останется "черным ящиком", который работает согласно зашитой внутри его программе и выдает управляющие сигналы на дисплей HG1, микросхему DDS и внешние устройства. Для получения наилучших шумовых характеристик синтезатора в целом была выбрана микросхема DDS AD9832, которая формирует наиболее широкий частотный спектр. К тому же стоимость этой DDS микросхемы существенно ниже других.

Работой синтезатора управляют посредством клавиатуры SB1 — SB18 и валкодера, выполненного на оптопарах U1, U2 (**рис. 3**). Число кнопок управления в синтезаторе не стали уменьшать — 12 кнопок управляют работой синтезатора, а шесть кнопок (А1 — А6) служат для управления режимами работы трансивера. Почему так много кнопок? Можно было остановиться на пошаговом меню, когда каждая из них выполняет несколько функций. Так, например, работают импортные портативные трансиверы. Мне показалось крайне неудобным, когда, например, для оперативной перестройки в другой конец диапазона требуется войти в меню, изменить шаг перестройки на более грубый, повернуть ручку настройки, затем снова войти в меню, вернуть исходный шаг перестройки и только после всех этих манипуляций спокойно работать.

* Управляющие программы для микроконтроллеров можно найти на сайте журнала "Радио" **ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/05/ut2fw.zip**.

(Продолжение следует)

Редактор — С. Некрасов, графика — Ю. Андреев



Окончание. Начало см. на с. 61

432 МГц — 4 очка, на диапазоне 1296 МГц — 10 очков. Суммарные очки за связи на диапазоне умножаются на число больших квадратов (LO48, KO85, LO88 и т.п.) на том же диапазоне. Окончательный результат определяется как сумма очков, набранных на всех диапазонах. Связи с радиолюбителями, не приславшими отчет, засчитываются при условии, если их позывные встречаются не менее чем в трех присланных отчетах. За эти связи начисляется половина очков. Квадрат засчитывается для множителя.

Участники, занявшие первые места в группах SOMB, SOMB YL и MOMB, удостаиваются звания "Чемпион РФ по радиосвязи на УКВ 2004 года". Участники, занявшие первые места во всех подгруппах, награждаются призами и дипломами 1-й степени (в группе MOMB дипломы 1-й степени получает коллектив и каждый член коллектива). Участники, занявшие 2 — 3 места в своих группах, награждаются дипломами соответствующих степеней.

Каждый участник или команда, независимо от количества проведенных радиосвязей, составляет отчет за соревнования. На титульном листе отчета обязательно должны быть указаны: позывной, локатор, идентификатор области, группа соревнований — латинский алфавит; фамилия и инициалы, адрес, спортивный разряд — русский алфавит. Надо также привести и данные об аппаратуре. Отчет желательно выполнить в электронном виде. Он посылается через E-mail, на дискете или CD. Отчет в бумажном виде посылается письмом.

Отчеты направляют в адрес судейской коллегии не позднее чем через 30 суток после окончания соревнований, т. е. до 3 августа 2004 г.

Отчеты участников могут быть трех видов. Первый вариант: отчет создается специально написанной программой UA4NAL (позволяет как работать в соревнованиях, так и набрать отчет после соревнований), подсчет очков осуществляется автоматически программой. Второй вариант: отчет формируется любой программой для УКВ тестов (VHFTEST by S53WW, K1EA, N6TR, UA1AAF, UA4NAL и др.) или программами электронных аппаратных журналов (TACLog by OZ2M и др.), которые создают файлы в текстовой форме ASCII с соответствующими именами (например, rw3tj_1.log rw3tj_2.log rw3tj_3.log), а титульный лист обязательно создается программой UA4NAL (например rw3tj.sum), так как большинство программ не содержат в титульном листе следующей необходимой информации — разряд, название области и т.д. Подсчет очков можно не производить, это сделает программа судейства соревнований. Третий вариант: отчет заполняется вручную на соответствующих бланках (для тех, кто не имеет возможности использовать компьютер), с обязательным полным заполнением титульного листа. Пример листов можно взять на **www.vhf.qrz.ru**. Такие отчеты судейская коллегия сама переводит в электронный вид, используя программу UA4NAL. Подсчет очков можно не производить, это сделает программа судейства соревнований. Отчеты, набранные в других форматах (не ACSII), не принимаются. Текущая информация о ходе судейства и предварительные результаты — на **www.vhf.qrz.ru**. Программа UA4NAL для работы в соревнованиях и набора отчета после соревнований — на этом же сайте.

В подборке "НЛД" использована информация UA6LV, RW3TJ, RU3AX и с сайта IARU.

Обратная связь

Программа для расчета КПД антенны к статье А. Гречихина, И. Каретниковой и Д. Проскурякова "К расчету КПД антенн при компьютерном моделировании" ("Радио", 2004, № 4, с. 65 — 67) находится по адресу <**ftp://ftp.radio.ru/pub/2004/04/kpdmm.zip**>.

Вертикал верхнего питания

Владимир Поляков (RA3AAE), г. Москва

В статье рассмотрены принципы создания и практические конструкции многодиапазонных вертикальных антенн с верхним питанием. Они особенно удобны для работы в полевых или экспедиционных условиях, но тем не менее могут использоваться и в домашнем "шеке", занимая немного места и обеспечивая неплохие параметры.

Проблема создания простой и эффективной многодиапазонной антенны по-прежнему волнует почти каждого коротковолновика. Чаще всего внимание к себе привлекают конструкции вертикальных антенн, поскольку они занимают мало места, проще в установке и имеют оптимальную для DX-связей диаграмму направленности (ДН): с нулем в зенитном направлении и максимумом в направлении на горизонт и отсутствием азимутальной направленности, позволяющие проводить радиосвязи с корреспондентами в любых направлениях.

Многочисленные известные конструкции вертикалов, питаемых снизу, страдают недостатками, связанными с неэффективным использованием на высокочастотных диапазонах всей высоты мачты и трудностью настройки заграждающих контуров (трапов) или других устройств, расположенных на значительной высоте и, собственно, превращающих антенну в многодиапазонную. В первой части статьи будет рассмотрено, какие преимущества и удобства появляются при сдвиге точки питания вверх, вдоль излучающего проводника вертикала. Для краткости назовем описываемую антенну ВВП — вертикал верхнего питания.

Проектирование ВВП

Вдоль излучающего проводника вертикала, как и в любой другой антенне, устанавливается стоячая волна тока с нулем на вершине, поэтому точку питания нельзя разместить около самой вершины — входное сопротивление окажется слишком большим. Сдвигая точку питания вниз от вершины, мы попадаем в место, где ток уже значителен, а напряжение меньше, чем на вершине, поэтому входное сопротивление (равное отношению напряжения к току) понижается. В точке питания центральный проводник коаксиального фидера присоединим к верхней части вертикала, а оплетку... давайте вообще никуда присоединять не будем. Тогда ток потечет от точки питания по внешней поверхности оплетки, причем в том же направлении, что и в верхней части вертикала.

Эта концепция изложена в статье [1], в ее третьей части, относящейся к рис. 19. Там ток на оплетке предлагается использовать для улучшения ДН. Следуя этим рекомендациям, сделаем ток на оплетке частью основного, излучающего тока. Заметим, что токи на внешней и на внутренней сторонах оплетки фидера никак не связаны между собой из-за очень малой толщины скин-слоя в объеме проводника, они лишь равны друг другу на верхнем срезе оплетки.

На **рис. 1, а** схематически показан проектируемый вертикал, а на **рис. 1, б** — распределение тока в нем. Точка питания A обозначена кружком (графика программы MMANA). Здесь центральный проводник соединен с верхней частью длиной 3 метра, а оплетка оставлена свободной. Синусоидальное распределение тока сохранится и на верхней части вертикала, и на оплетке. В точке B на расстоянии полуволны от вершины вибратора антенны в диапазоне 10 метров образуется узел тока (см. крайний левый график распределения тока на рис. 1, б). В этом месте надо поставить заграждающий контур, чтобы остановить дальнейшее течение тока вниз по оплетке.

Рис. 1

Контур проще всего выполнить в виде бухты кабеля, не нарушая целости последнего [2, 3]. У нас уже получилась вертикальная антенна диапазона 10 метров. Ее конструкция показана на **рис. 2, а**. Антенну можно целиком выполнить из коаксиального кабеля, используя для верхней части только оплетку верхнего отрезка кабеля. Соединять или нет с ней внутренний проводник — безразлично, ток все равно потечет только по оплетке. Подвешивают антенну на диэлектрической оттяжке (толстой леске) к ветке дерева и т. п., необходимо лишь обеспечить прочную механическую связку отрезков кабеля в точке питания A, поскольку центральный проводник вряд ли выдержит вес всего фидера и "балуна".

Другой вариант — прикрепить антенну к тонкой мачте из сухой ели или сосны (сырое дерево вносит заметные потери) или к стеклопластиковому удилищу. В этом случае верхнюю часть целесообразно сделать из металлической трубки.

Вернемся к контуру. Бухта кабеля обладает значительной индуктивностью L и в то же время емкостью между отдельными витками, главную роль играет емкость между первым и последним витком. Общая эквивалентная емкость C замыкает бухту. Таким образом, бухта кабеля для ВЧ токов представляет собой параллельный контур, эквивалентная схема которого показана на **рис. 2, б**. Частоту его настройки можно изменять, подбирая число витков, их диаметр и порядок укладки — располагая первый виток ближе к последнему, увеличиваем емкость и понижаем частоту. Для настройки на частоту 28,5 МГц достаточно трех витков диаметром 13 см [3]. Любопытно, что даже при неполном запирании тока на оплетке оставшийся ток ниже контура потечет в том же направлении, что и в антенне — ведь контур инвертирует фазу, имея на выводах равные и противофазные колебания. Поэтому оставшийся ток на нижней части кабеля не будет портить ДН, даже несколько улучшит ее.

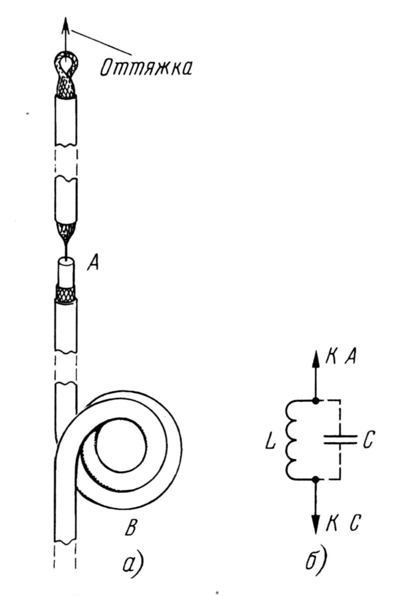


Рис. 2

Теперь обрисовались немаловажные достоинства ВВП: первое — настраивать антенну (подбирать диаметр бухты кабеля и его положение по высоте вертикала) можно снизу, в пяти метрах ниже верхней точки, и второе — точку питания A можно располагать в любом месте вертикала, добиваясь нужного входного сопротивления антенны, никаких дополнительных симметрирующих устройств не потребуется.

Ориентируясь на доступный 75-омный телевизионный кабель, целесообразно немного сдвинуть точку питания A вниз относительно середины полуволны тока, при этом входное сопротивление немного повышается по сравнению с сопротивлением полуволнового вибратора, питаемого в середине (73,1 Ом для бесконечно тонкого и несколько мень-

ше для вибратора конечной толщины). Учитывая часто встречающуюся длину дюралюминиевых труб, равную 3 метрам, и была выбрана длина верхней части. А почему не 2 метра? Для того, чтобы антенна лучше работала на других диапазонах.

В диапазоне 15 метров контур B уже не настроен в резонанс и представляет для этих частот лишь некоторое индуктивное сопротивление (см. рис. 1 в [3]), являясь как бы удлиняющей катушкой. В результате длина полуволны уменьшается с 7,1 до 5,82 м (см. рис. 1). На этом расстоянии от вершины вертикала будет узел тока, и здесь включим второй заграждающий контур C, настроенный на частоту 21,2 МГц (среднюю частоту диапазона 15 метров). Продолжая процесс далее, включим третий контур D, настроенный уже на частоту 14,15 МГц (середина диапазона 20 метров), и увидим, что для диапазона 40 метров длина нашего полуволнового вертикала составила всего 9 метров.

Столь значительное укорочение в диапазоне 40 метров произошло из-за совместного влияния контуров B, C и D, которые на частоте 7 МГц имеют индуктивное сопротивление и служат "удлиняющими" катушками. При укорочении полуволнового вибратора его сопротивление излучения, отнесенное к пучности (месту максимума) тока, падает. Зато точка питания A по мере понижения частоты оказывается все выше по отношению к максимуму тока и входное сопротивление, равное сопротивлению излучения, пересчитанному к точке питания, возрастает. Эти два процесса в значительной мере компенсируют друг друга, и входное сопротивление остается примерно постоянным при переходе от диапазона к диапазону.

Все это проектирование легко и быстро было проделано с помощью программы MMANA, а после некоторой оптимизации (не уверен, что нельзя еще улучшить) получилась антенна, изображенная на рис. 1. Входное сопротивление антенны в диапазонах 10, 15, 20 и 40 метров оказалось равным соответственно 78, 67, 69 и 61 Ом при нулевом реактивном сопротивлении, что обеспечивает неплохое согласование (КСВ менее 1,2 на средних частотах диапазонов). При расчете получились следующие значения параметров эквивалентных контуров (частота, индуктивность, емкость): B — 28, 5 МГц, 1,6 мГн, 19,5 пФ; C — 21,2 МГц, 2 мГн, 28 пФ; D — 14,15 МГц, 3,2 мГн, 43 пФ. Может быть, самое главное достоинство спроектированного вертикала — он не требует ни "земли", ни радиалов.

Остается решить, как вывести фидер далее вниз от нижней точки вертикала (см. рис. 1, а). Мы уже знаем — намотать еще одну бухту того же кабеля, чтобы она образовала контур, настроенный на 7,05 МГц. Возможно и другое решение — чуть ниже контура D присоединить к оплетке кабеля три—четыре коротких (длиной примерно по 1,5 м) горизонтальных или наклонных радиала. Они и доведут электрическую длину антенны до полуволны в диапазоне 40 метров. Короткие радиалы не устраняют необходимость в заграждающем контуре, но теперь он расположится прямо под точкой подключения радиалов. Индуктивная связь этого контура с контуром D (ведь теперь они близко) нежелательна. Вместо контура в этом варианте подойдут дроссели, намотанные тем же фидером на ферритовых кольцах.

Процесс настройки ВВП представляется несложным и достаточно очевидным. Начинают с самого высокочастотного диапазона 10 метров. Подбирая плотность намотки (диаметр) и в небольших пределах положение по высоте бухты B добиваются приемлемого КСВ в этом диапазоне. Закрепив бухту изолентой, переходят на 15-метровый диапазон и повторяют ту же операцию с бухтой C, уже не трогая настроенный контур B. И так далее, пока не будет настроена вся антенна на всех диапазонах.

Антенна из кабеля, например, РК-75-4-11 особенна хороша для полевых условий. Она и настроена,может быть в поле, если трансивер оснащен измерителем КСВ. В стационарных условиях ВВП, вероятно, можно изготовить из дюралюминиевых труб, разделенных диэлектрическими вставками в местах B, C, D и на нижнем конце. Поверх вставок размещают катушки, согнутые из мягкой медной или алюминиевой трубки (можно ленты). Конденсаторы контуров должны быть высоковольтными, поскольку контуры размещаются в пучностях напряжения. Кабель в этом случае должен проходить внутри всех труб прямо, но во избежание тока на оплетке на него надо надеть ряд ферритовых колечек, а около нижнего края ВВП намотать заграждающий дроссель или несколько дросселей на ферритовых кольцах большого диаметра. Такой вариант ВВП не просчитывался и не изготавливался.

В заключение этой части — еще один предполагаемый вариант ВВП. Чтобы заставить антенну работать еще и в диапазоне 80 метров, в нижней точке вертикала (см. рис. 1, а) надо установить заградительный контур, настроенный на частоту 7,05 МГц, а ниже его оплетку кабеля (нижнюю трубу в стационарном варианте) заземлить или соединить с системой радиалов длиной по 20 м. Тогда антенна будет работать на частоте 3,6 МГц как укороченный индуктивностями четвертьволновый GroundPlane с поднятой точкой питания. Один из практически проверенных вариантов ВВП, выдержавший двухлетнюю эксплуатацию с неоднократной сборкой—разборкой, будет описан во второй части статьи.

ЛИТЕРАТУРА

1. **Гречихин А., Проскуряков Д.** Антенный эффект фидера. — Радио, 2000, № 12, с. 56 — 58; 2001, № 1, с. 64 — 66, № 3, с. 67.

2. Balun из фидера. — Радио, 2001, № 10, с. 65.

3. **Поляков В.** Balun или не balun? — Радио, 2002, № 1, с. 65.

(Окончание следует)

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев

Операторы низкочастотных диапазонов 160 и 80 метров постоянно стремятся улучшить прием на своих станциях. Проблема в том, что эффективные при передаче антенны (например, высокая вертикальная мачта) собирают при приеме слишком много помех. Эффективность приемной антенны не имеет решающего значения, поскольку уровень и сигналов, и помех на низкочастотных диапазонах весьма велик и к тому же не составляет особого труда применить малошумящий транзисторный предварительный усилитель.

Ферритовая магнитная антенна не слишком хороша в этом отношении, хоть и обладает некоторой направленностью, имея два нуля в своей диаграмме направленности (ДН) в форме лемнискаты (похожей на "восьмерку"). Ферритовую антенну приходится располагать внутри помещения, где велик уровень помех. Вынесенная наружу рамочная антенна в этом отношении несколько лучше, но ее ДН такая же, и в лучшем случае позволяет лишь ослабить помехи от удаленного локализованного источника, направив на него нуль ДН.

По-настоящему направленной приемной антенной низкочастотных диапазонов является антенна бегущей волны (АБВ) Бевереджа, представляющая собой провод длиной в несколько длин волн, расположенный низко над землей. Однако немногие радиолюбители могут позволить себе роскошь соорудить несколько антенн длиной в полкилометра, протянутых в разных направлениях!

Вопросы создания антипомеховых направленных приемных антенн СДВ и ДВ диапазонов обсуждались еще в фундаментальной работе [1]. В частности, было показано, что комбинация рамочной и "статической" (вертикальной всенаправленной) антенн дает ДН в виде кардиоиды. Благодаря ослаблению приема с некоторых направлений отмечалось значительное снижение уровня помех.

EWE-антенна. В связи со сказанным огромный интерес вызвала публикация WA2WVL об антенне под названием EWE [2]. Имея небольшие размеры и высоту, она тем не менее имеет весьма неплохую ДН, близкую к кардиоиде. В течение примерно года антенну EWE построили многие коротковолновики, поступили хорошие отзывы, а WB2P предложил использовать четыре такие антенны, совмещенные в точке питания, для переключения ДН на разные направления. В следующей публикации [3] WA2WVL использовал эту идею, построив антенну, показанную на **рис. 1**.

Приемник подключают к антенне 50-омным коаксиальным кабелем через согласующий трансформатор T1 с коэффициентом трансформации 3, следовательно, входное сопротивление фидера со стороны антенны повышается в 9 раз, до 450 Ом. С помощью четырех реле, нормально разомкнутые контакты которых показаны на рисунке, к трансформатору подключают одну из четырех антенн, ориентированную в нужном направлении.

Каждая из антенн представляет собой прямоугольник высотой 3 и длиной 15 м, к одной из вертикальных сторон которого подключен трансформатор, а к другой — резистор. Вторые выводы транс-

Направленные приемные антенны низкочастотных диапазонов

По материалам иностранной печати и Интернета

форматора и резистора заземлены. Конструкция очень напоминает уменьшенную копию антенны Бевереджа с той лишь разницей, что размеры антенны значительно меньше длины волны. Кроме того, максимум приема оказывается со стороны трансформатора, а не резистора.

Диаграмма направленности антенны, рассчитанная с учетом присутствия трех других отключенных антенн, показана на **рис. 2**: а — в вертикальной плоскости; б — в горизонтальной. Эта ДН типична для всех подобных антенн, в том числе и описанных ниже. Максимального подавления приема сзади, со стороны резистора, добиваются его точной подборкой. Сопротивление резистора может изменяться от 400 Ом до нескольких килоом. Антенна очень широкополосна, ее ДН и входное сопротивление сохраняются более чем в четырехкратной частотной полосе. На передачу антенна работает плохо из-за низкого КПД.

В авторском варианте антенна была установлена на пяти деревянных столбах, для заземлений служили металлические трубы, забитые в землю примерно на 1,2 м. Автор утверждает, что из-за высокого импеданса антенны сопротивления заземлений практически не влияют на ее работу. Трансформатор T1 был намотан на кольце диаметром около 12,5 мм из феррита с магнитной проницаемостью 850. Обмотка содержала 11 витков сложенного втрое провода. Три получившихся обмотки были соединены последовательно, как показано на рис. 1, и к первому из отводов был подключен коаксиальный разъем фидера XW1.

Несколько позже автор построил еще одну такую же антенную систему примерно в 60 метрах от первой и включал их как фазируемую антенную решетку, получив еще больший коэффициент направленного действия (КНД) в диапазоне 160 метров. Подробнее об этом рассказано в [3].

Рамки K9AY. Экспериментируя с направленными приемными антеннами низкочастотных любительских диапазонов и моделируя антенны на компьютере, Gary Breed (K9AY) предложил очень компактную конструкцию из двух нагруженных рамок, поднимаемых на одной мачте [4]. С помощью реле, установленных у основания мачты, удается переключать кардиоидную ДН на четыре различные направления. Сравнительные размеры антенной системы из четырех EWE с длиной лучей по 12 м и рамок K9AY показаны на **рис. 3**. Сами рамки имеют дельтаобразную форму, впрочем, как сообщает автор, форма и размеры не слишком критичны. У основания мачты рамки заземлены, что обеспечивает грозозащиту и уменьшает уровень помех. Стержень заземлителя с успехом служит основанием мачты, саму же её предпочтительнее выполнить из изоляционного материала.

Эскиз одной рамки приведен на **рис. 4**, высота верхней точки равна 7,5 м, боковые стороны оттянуты на 4,5 м, причем углы находятся на высоте 1,5 м. Можно, как показано на рисунке, обойтись и совсем без мачты, подвесив верхнюю точку антенной системы за ветку дерева, например, с помощью веревки. В углах рамки удобно использовать орешковые изоляторы с отверстиями. Нижние концы проводов рамок оттянуты к заземляющему стержню также с помощью орешковых изоляторов, оставшиеся после привязки изоляторов концы проводов направлены в водонепроницаемую коробку с реле и согласующим трансформатором, подобным описанному выше.

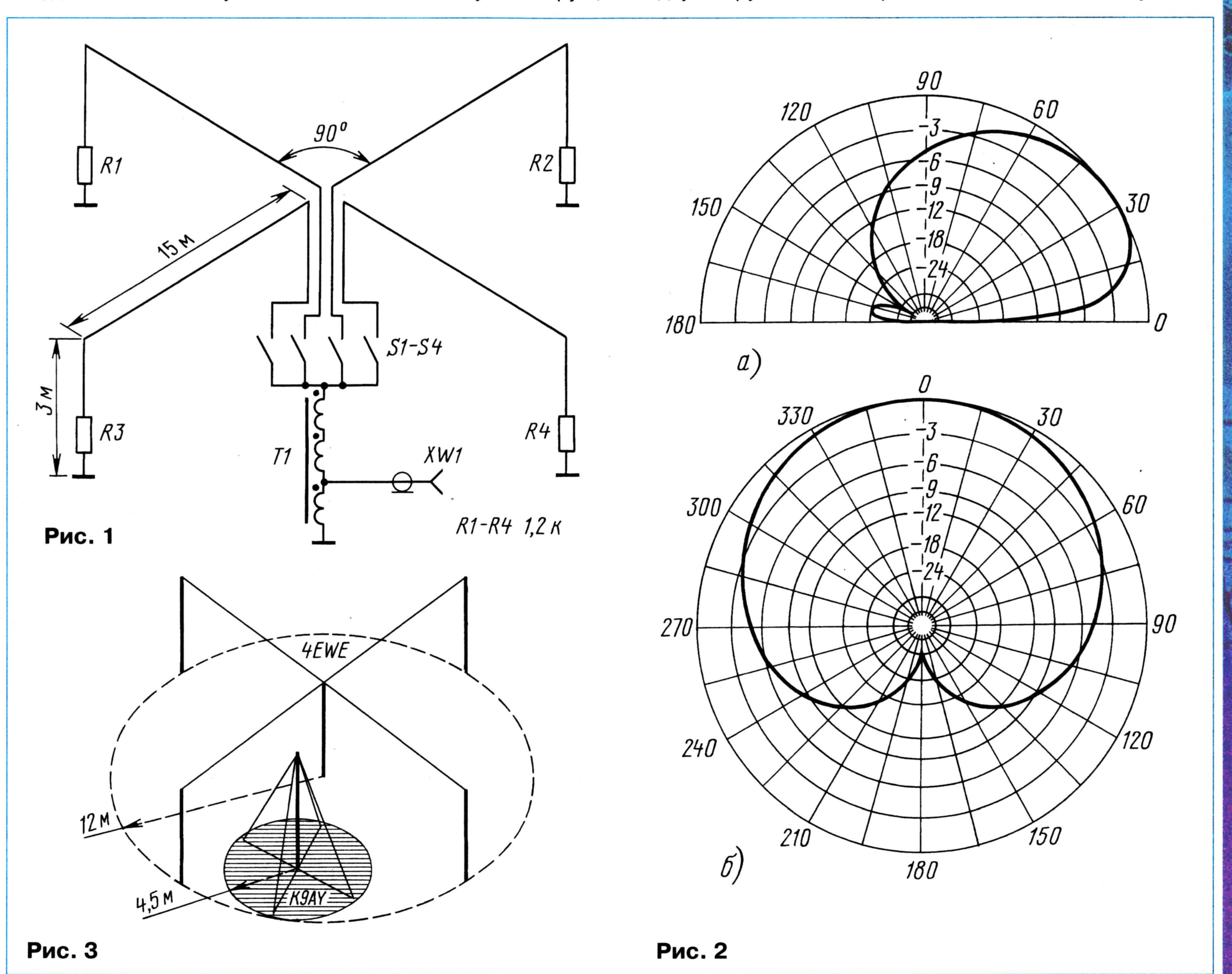


Рис. 1

Рис. 3

Рис. 2

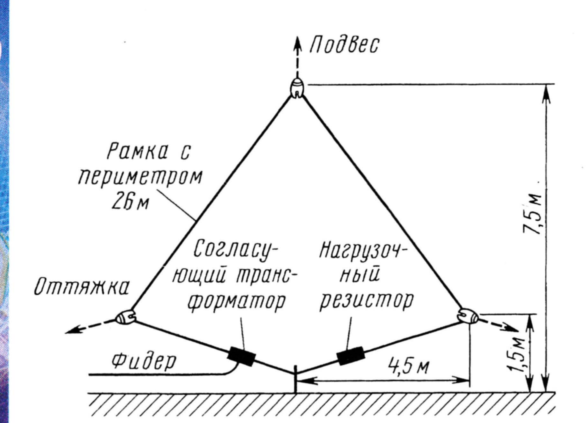


Рис. 4

Объясняя принцип действия антенны, автор отмечает ее сходство с направленными ответвителями, широко используемыми в технике ВЧ и СВЧ, в частности, в измерителях КСВ. Если EWE антенна представляет собой полурамку, обратным проводом которой служит земля, то петля K9AY является полной рамкой, но принцип действия их очень похож. Антенны реагируют как на электрическую E, так и на магнитную H компоненту приходящего электромагнитного поля.

Для электрической компоненты поля антенны ведут себя как короткие вертикальные, создавая некоторое напряжение в точке подключения фидера. Как и следует ожидать от вертикальной антенны, ДН по полю E получается всенаправленной.

Иначе обстоит дело с магнитной компонентой поля H: пересекая плоскость антенны, она создает ток, циркулирующий по периметру рамки. Этот ток, проходя через нагрузочный резистор, также создает некоторое напряжение, которое складывается с напряжением от поля E. Если волна приходит со стороны точки подключения фидера, оба напряжения складываются. Если же волна приходит со стороны нагрузочного резистора, напряжения вычитаются, поскольку направление поля H, пронизывающего рамку, изменяется на обратное.

Изменяя сопротивление нагрузочного резистора, удается сбалансировать оба напряжения так, чтобы они оказались равными. ДН в этом случае приобретает форму кардиоиды с единственным нулем. Ослабление сигналов, приходящих со стороны нагрузочного резистора, может превосходить 40 дБ, что составляет более 6 S-единиц по шкале силы сигнала!

Нуль ДН не находится в плоскости земли, а, как показывает компьютерное моделирование, приподнят на угол от 20 до 55° в зависимости от конфигурации антенны и свойств грунта. Короткая и высокая петля дает нуль ДН под углом возвышения 30...40°. Это способствует ослаблению QRM от местных станций.

Существенной и необходимой частью антенны K9AY является заземление. В зависимости от параметров грунта может потребоваться небольшая подстройка сопротивления нагрузочного резистора. Земля не обязательно должна обладать потерями, как в случае антенны Бевереджа. Рамка имеет направленность даже над идеально проводящей землей. Это означает, что антенна работает при практически любых параметрах почвы.

В комментариях, последовавших за опубликованием статьи [3], W6FA сообщил, что прародителем всех нагруженных петлевых антенн следует считать того же Гарольда Бевереджа, запатентовавшего подобную антенну в 1938 г., значительно позже своей знаменитой "волновой антенны", или, как теперь называют, антенны бегущей волны. В патенте Бевереджа описана полная петлевая антенна, не требующая земли для своей работы и имеющая нагрузочный резистор сопротивлением около 700 Ом, размещенный в точке, противоположной точке питания. Эту широкополосную антенну уже тогда предполагалось использовать для телевизионного приема.

Антенны Flag, Pennant и т. д. Интенсивное моделирование антенн радиолюбителями с использованием компьютерных программ привело к появлению еще ряда антенн [5], подобных описанной. Антенны представляют собой треугольную, квадратную, прямоугольную или ромбическую рамку, расположенную в вертикальной плоскости. Возможные конфигурации этих рамочных антенн показаны на **рис. 5**. Светлый кружок обозначает источник (приемник), темный кружок — нагрузочный резистор сопротивлением от 400 Ом и выше, обычно около 900 Ом. Примерно таким же получается и входное сопротивление антенны. Диаграмма направленности — кардиоида, направление приема — со стороны источника.

Для работы в диапазоне 160 метров антенны типа Flag (Флаг), оба варианта Pennant (Вымпел) и Diamond (Алмаз) имеют размеры 4,3 в высоту и 8,8 м в длину. Антенна Delta (Дельта) имеет высоту 5,2 и длину 8,4 м.

По сравнению с EWE и петлей K9AY эти антенны обладают существенным отличием — они не требуют заземления, хотя располагаются сравнительно низко, на высоте около 2 м над поверхностью земли. Уменьшение высоты до 0,3 м практически мало сказывается на характеристиках антенн.

Антенны изготавливались в разных версиях и с различными размерами, например, JF1DMQ уменьшил размеры до 1×5 м. Антенны хорошо работают также и в диапазонах 80 и 40 метров. Особо радиолюбителями отмечается малый уровень шума этих антенн.

Как пример, рассмотрим треугольную "дельту", использованную FO0AAA для приема в диапазоне 160 м [6]. Нижний горизонтальный провод имел длину 8,54 м и располагался на высоте 0,9 м над поверхностью земли. Высота треугольной рамки составила 5,2 м, считая от нижнего провода (6,1 м от земли). Всего потребовалось около 22 м провода диаметром 1,63 мм. В нижних углах рамки были включены нагрузочный резистор сопротивлением 950 Ом и трансформатор питания, преобразующий сопротивление фидера 50 Ом в 950 Ом.

На частоте 1830 кГц отношение излучений вперед/назад оказалось лучше 40 дБ, в то время как выигрыш антенны по сравнению с изотропным излучателем оказался всего –34,5 дБи, что говорит о низком КПД и необходимости использовать малошумящий предварительный усилитель совместно с этой антенной.

Рамка была установлена на одной диэлектрической мачте, нижние концы "дельты" растягивали на колышках от палаток. Ориентировали антенну очень просто: перестановкой колышков.

Заканчивая обзор, мы можем констатировать, что в распоряжении радиолюбителей появился новый класс приемных направленных широкополосных антенн с низким уровнем шума и небольшими габаритами.

Направленность

EWE — Флаг — Дельта

Вымпел 1 — Вымпел 2 — Алмаз

● Нагрузочный резистор ○ Точка питания

Рис. 5

ЛИТЕРАТУРА

1. **Beverage H. H., Rice C. W., Kellogg E. W.** The Wave Antenna. A New Type of Highly Directive Antenna. — Transactions A. I. E. E., 1923, vol. 42, p. 215—266. **http://nrcdxas.org/articles/WaveAntenna.pdf**.

2. **Koontz F, WA2WVL**. Is This EWE for you? — QST, Feb. 1995, p. 31—33.

3. **Koontz F, WA2WVL**. More EWEs for you. — QST, Jan. 1996, p. 32—34.

4. **Breed G**. The K9AY Terminated Loop — A Compact, Directional Receiving Antenna. — QST, Sept. 1997, p. 43—46.

5. **Kunningham E. W., K6SE**. Flags, Pennants and Other Ground-Independent Low-Band Receiving Antennas. — QST, July 2000, p. 34—37.

6. **http://www.eham.net/articles/806**.

Редактор — В. Поляков, графика — Ю. Андреев

Приемник диапазона 160 метров на микросхемах SA612A

Алексей Темерев (UR5VUL), г. Светловодск, Украина

Все чаще в любительской технике встречаются конструкции аппаратуры, которая полностью или частично построена не на дискретной элементной базе, а на интегральных микросхемах, функционально заменяющих один или несколько узлов. В данной статье автор предлагает вариант любительского супергетеродинного приемника на диапазон 160 метров, в котором преобразование частоты производится микросхемой SA612A, представляющей собой активный двойной балансный смеситель.

При всей простоте схемы — это полноценное радиоприемное устройство с одним преобразованием частоты. Электрическая принципиальная схема предлагаемого приемника приведена на **рис. 1**. Подробную информацию о микросхеме SA612A можно найти в "Радио", 2004, № 4, с. 48, 49.

На микросхеме DA2 собран демодулятор и цепи генератора опорной частоты 500 кГц. Сигнал звуковой частоты через простейший ФНЧ на элементах C19R6 поступает на усилитель звуковой частоты (микросхема DA4).

УЗЧ охвачен системой АРУ. В качестве управляющего элемента системы АРУ использован токовый ключ VT1. Хотя он предназначен для работы в переключающих схемах, хорошо работает и в такой линейной цепи, обладая несомненным преимуществом — высоким сопротивлением канала при нулевом смещении на затворе. То есть в отсутствие сигнала практически не шунтирует вход УЗЧ. Коэффициент усиления УЗЧ составляет около 46 дБ. Выходной сигнал приемника может быть прослушан через головные телефоны либо динамическую головку. Громкость сигнала регулируют резистором R9.

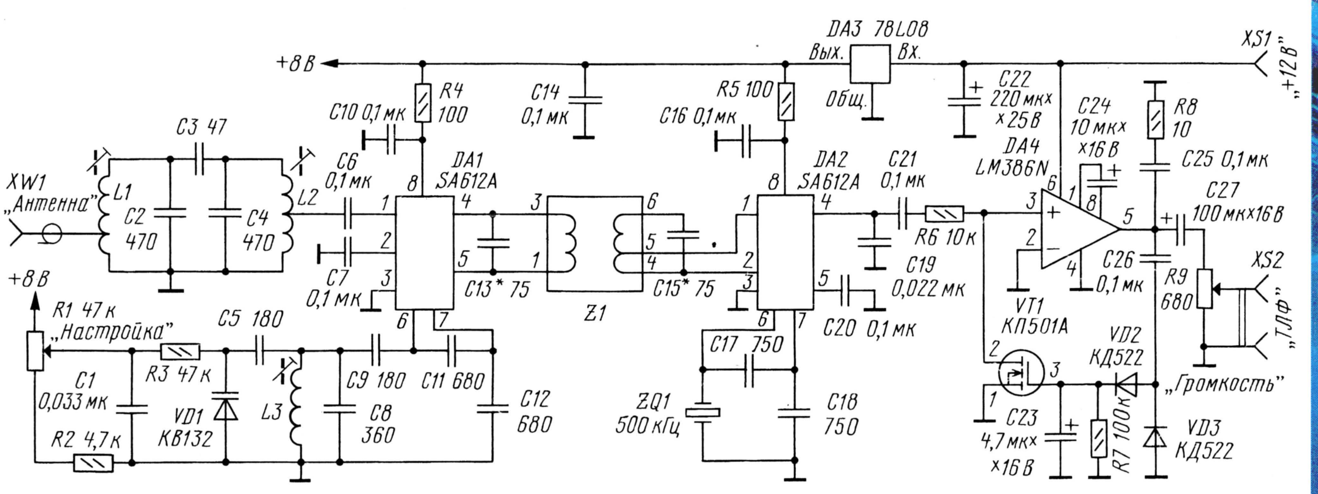


Рис. 1

Работает устройство так. Радиочастотный сигнал выделяется диапазонным полосовым фильтром L1C2C3C4L2 и через разделительный конденсатор C6 поступает на вход смесителя DA1 (вывод 1). Сигнал гетеродина подается на выводы 6 и 7 микросхемы DA1. Перестройка частоты гетеродина осуществляется изменением управляющего напряжения на варикапе VD1.

Сигнал промежуточной частоты, равной 500 кГц, определяемой как разность частот входного сигнала и сигнала гетеродина, выделяется электромеханическим фильтром Z1. В качестве фильтра основной селекции применен электромеханический фильтр ФЭМ-035-500В-3,1.

Чувствительность такого приемного тракта — не менее 3 мкВ при отношении сигнал/шум 12 дБ, параметры по соседнему каналу приема и в полосе пропускания определяются характеристиками применяемого ЭМФ. Внешний вид радиоприемника в сборе показан на **рис. 2**.

Катушки входного полосового фильтра L1 и L2 изготовлены на броневых сердечниках СБ9 и содержат по 30 витков провода ПЭВ 0,15. Отвод у катушки L1 сделан от 6-го витка (считая от заземленного конца), у L2 — от 15-го витка. Катушка L3 намотана на полистироловом каркасе диаметром 8 мм с подстроечным сердечником из карбонильного железа и содержит 40 витков провода ПЭВ-0,15.

Вместо малогабаритного ФЭМ в радиоприемнике можно применить обычный ЭМФ на верхнюю или нижнюю боковую полосу. При использовании ЭМФ с нижней боковой ГПД необходимо перестроить так, чтобы его частота была 1300—1500 кГц. ЭМФ, не имеющий отводов, подключают так, как показано на **рис. 3**.

Вместо варикапа указанного типа можно применить любой низковольтный варикап с номинальной емкостью 20...30 пФ. При отсутствии КП501 в качестве VT1 вполне подойдет КР1064КТ1 или КР1014КТ1. Последний можно установить боком, выпрямив выводы с одной стороны.

Сначала настраивают ГПД приемника. Установив регулятор настройки R1 в нижнее (по схеме) положение, подстройкой сердечника катушки L3 добиваются значения генерируемой частоты 2300 кГц. Частоту можно контролировать, подключив в выводу 7 микросхемы DA1 частотомер через конденсатор емкостью 68...120 пФ. После этого движок R1 переводят в верхнее положение и вновь контролируют значение генерируемой частоты. Оно должно быть не менее 2500 кГц. Если диапазон перестройки ГПД окажется меньше необходимого, придется уменьшить емкость конденсатора C8. После этого вновь повторить проверку. Если же диапазон перестройки ГПД окажется гораздо больше необходимого, емкость C8 следует увеличить. Диапазонные полосовые фильтры легко настраиваются по максимальной громкости приема.

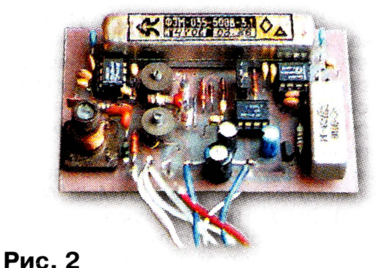


Рис. 2

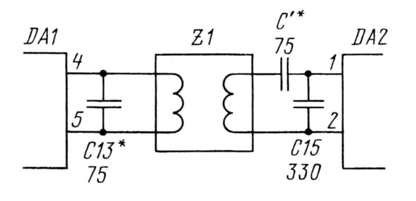


Рис. 3

Редактор — А. Мирющенко, графика — Ю. Андреев

Сотовая связь: что нового?

Алексей Синчуков, г. Тайбей, Тайвань

Прошло уже несколько лет, как редакция подробно освещала тематику сотовой связи в настоящем и будущем. Насколько оправдались прогнозы? Что нового в технологии и услугах? Наступило или все еще только наступит будущее?

Еще в прошлом веке

За последние десять лет существования сотовой связи в нашей стране совершен громадный скачок от элитарного к студенческому и пенсионному (проще говоря массовому) рынку. Именно она смогла достичь того, что предрекалось стандартам, ориентированным на персональную связь — DECT, PHS и PACS, отправив их практически в небытие. Сотовая связь под флагами GSM или CDMA — вот два крупных лагеря беспроводной связи нашего настоящего.

В крупных городах мобильные телефоны есть почти у каждого. Их размеры уменьшились так, что попасть на нужную клавишу клавиатуры можно с трудом даже нежным детским пальчиком, а число точек продаж превысило число булочных. Уже почти до зубной боли знакомые аббревиатуры GSM и SMS дополняются новыми непонятными сочетаниями — WAP, GPRS, MMS, CDMA2000 и, проскальзывающий между строк, совсем неясный CAMEL. А некоторые технари уже упоминают между собой — EDGE, UMTS. Все кажется сложным и непонятным, но звучат призывы руководства сотовых компаний, лидирующих на рынке, сделать сотовую связь "понятной даже бабушкам". Так все просто или все сложно?

В ставшей самой распространенной в России технологии GSM (что, впрочем, справедливо и для других стандартов) ничего принципиально нового (в своей основе) за последние 15 лет не появилось. Инфраструктура, состоящая из базовой станции (приемопередатчика), контроллера базовых станций (формирующего подсистему базовых станций BSS) и коммутатора с необходимыми базами данных по абонентам (подсистема коммутации NSS), не изменилась ни на шаг. Принципы радиодоступа (один абонент — один частотно-временной канал) сохранились в той же форме.

Но каждая технология привносит в себя что-то новое, включая дополнительное оборудование и протоколы, усложняя архитектуру сетей и способы взаимодействия ее элементов. Таким образом, современные инженерные задачи развития и эксплуатации сотовой связи представляются более сложными и комплексными в ближайшей перспективе несмотря на имеющийся долгосрочный опыт.

Конец прошлого века ознаменовался настоящим Интернет-бумом. Но в то же время скорость передачи данных по коммутируемым (обычным) линиям в сетях сотовой связи не превышает (в идеальном случае) 14,4 кбит/с. Ограничение, прежде всего, связано с пропускной способностью радиоинтерфейса. Попытка увеличить скорость на этом участке с помощью комбинации (объединения) радиоканалов технологией высокоскоростной передачи данных по коммутируемым каналам HSCSD (High Speed Circuit Switch Data) не получила распространения, как неэффективно использующая самое дорогое на рынке массовой связи — радиоресурс.

Придание мобильному Интернету дыхания с помощью упрощенного протокола беспроводных приложений WAP (Wireless Application Protocol) на первом этапе оказалось полностью проваленным. Сначала не было телефонов, поддерживавших эту разработку, а когда они появились — пользователи схватились за голову.

При ее реализации, в отличие от традиционной модели WWW для Интернета с применением протокола HTTP, WAP в качестве транспорта использует протокол WSP (Wireless Session Protocol). Сам контент традиционного Интернета не требует модификации, но с учетом небольшого графического пространства (экрана) телефона необходима специальная оптимизация. Для этого разработаны специальные форматы WML (Wireless Markup Language), аналог HTML и WMLScript, аналог JavaScript. В результате экран телефона отображает лишь короткие слова (или аббревиатуры) для выбора команд или небольшую текстовую информацию. Все это трудно сравнить с привычным Интернетом на экране компьютера.

Для физического сопряжения с традиционным Интернетом оператором устанавливается специальный шлюз сопряжения WAP Gateway, подключаемый к коммутатору MSC (Центру Коммутации Подвижной Связи).

Группа разработчиков WAP-Форум занималась и его адаптацией под беспроводные сети любых стандартов и технологий, рассчитывая занять более широкую нишу. Но как отмечалось выше, при ограниченных возможностях в передаче информации, прежде всего из-за отсутствия полосы пропускания (вспомним, что сеть GSM поддерживала лишь скорость 9,6 (или 14,4 в идеале) кбит/с), и это не оказало существенного влияния на его популярность. Кроме того, абонентом подобное соединение оплачивалось по обычным тарифам телефонии.

Задержавшееся второе дыхание

На выручку пришла услуга пакетной радиопередачи GPRS (General Packet Radio Service). В ее основе лежит динамическое предоставление радиоресурса — каждому абоненту может выделяться от 1 до 8 каналов, используемых на одной несущей частоте GSM. Если абоненту нужно принять или получить какие-то данные (файл, проверить электронную почту или сайт в Интернете), то по его запросу система может предоставить все свободные на текущий момент каналы соты. Таким образом, скорость передачи информации может достигать 115,2 (8 × 14,4) кбит/с. Если же в момент передачи данных произойдет одна или несколько попыток установления голосового соединения, число используемых им каналов уменьшается, отдавая приоритет традиционной телефонии.

Предусмотренные для повышения пропускной способности четыре схемы кодирования CS1—CS4 позволяют теоретически передавать информацию до 171,2 (8 × 21,4) кбит/с. Но этот идеальный вариант требует модификации всех интерфейсов подсистемы базовых станций.

Главные ограничения пришлись на реализацию услуги GPRS в телефонах. Одна из них — продолжительность автономной работы аккумулятора в рабочем режиме. В самом лучшем случае этот срок достигает двух часов, при условии использования одного канала. При GPRS теоретическое число каналов может достигать восьми, увеличивая потребляемую мощность и, соответственно, снижая длительность сеанса связи.

Одним из вариантов решения этой проблемы стало использование асимметричной передачи данных: в большинстве случаев абонент передает гораздо меньше информации, чем принимает. Соответственно терминалы разрабатываются для приема данных с большего числа каналов, чем на передачу. В настоящее время большинство из моделей поддерживают вариант 4/2 (прием/передача). Таким образом, практическая скорость приема может достигать лишь 56,6 кбит/с.

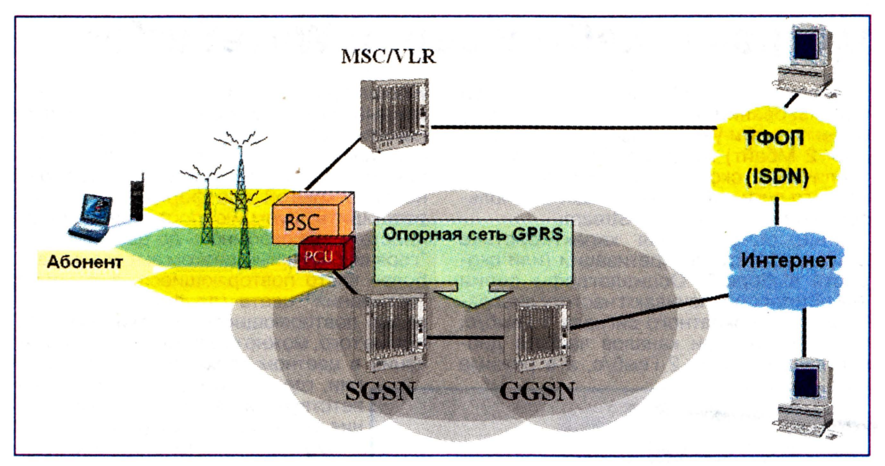
С точки зрения сети, внедрение GPRS требует дополнительной инфраструктуры, функционирующей как бы в параллель с существующей подсистемой коммутации. В общем случае сеть GSM, предоставляющая услуги GPRS, представлена на **рисунке**.

Для сопряжения сети GPRS с подсистемой базовых станций контроллеры BSC дооборудуются специальными блоками управления пакетной связи PCU (Packet Control Unit), выделенными на рисунке красным цветом. Функциональности самих базовых станций изменяют программно. Узел обслуживания сети SGSN (Serving GPRS Support Node) выполняет функции, аналогичные центру коммутации подвижной связи MSC: доступ к сети, регистрация абонентов, управление соединением и хранение данных по активным (зарегистрировавшимся) пользователям. Шлюзовой узел GGSN (Gateway GPRS Support Node) обеспечивает взаимодействие опорной сети и внешних сетей передачи данных.

Абонент, пользующийся услугой GPRS, при включении телефона регистрируется в SGSN, выполняя процедуру аутентификации. Для передачи или приема данных необходимо выполнить еще одну процедуру, которая проходит прозрачно для абонента.

Увеличив скорость с помощью GPRS до более-менее приемлемого уровня, можно уже подключаться к любимому Интернету или, если лень носить повсюду лаптоп, использовать для доступа к нужным сайтам "старичка" WAP, значительно ускорившегося в свете "перестройки и ускорения" мобильных технологий.

А в дверь уже стучится технология мультимедийных услуг MMS (Multi Media Service). Однако не стоит сразу воображать себе просмотр объемных видеофильмов с качеством и звуком не хуже



формата DVD, генерируемых телефоном в окружающее пространство, подобно сеансам связи Императора в "Звездных Войнах". На самом деле абонент может лишь отправить небольшое единичное сообщение (подобное хорошо известному SMS), содержащее небольшой файл, аудиоклип или цифровую фотографию. Практически все современные модели телефонов поддерживают MMS, а для удобства некоторые из них оснащаются встроенными или дополнительными фотокамерами. Щелк, набор нужного номера и сразу фотография любимого внука уходит к бабушке.

Технически, аналогично с передачей коротких сообщений SMS, к сети GSM/GPRS подключается специальный центр передачи мультимедийных сообщений MMSC (Multi Media Service Centre), отвечающий за обработку, временное хранение и контроль доставки сообщений.

Оператор — новый, а номер — старый

Кому в силу тех или иных обстоятельств (а чаще из-за ввода новых тарифных планов и предложений) не приходилось менять оператора сотовой связи, а соответственно и номер? А используя услугу "портативного" номера (Number Portability), предусмотренную современными спецификациями стандарта GSM, можно переходить от оператора к оператору, не теряя старого номера. Сейчас услуга, внедренная директивой Евросоюза, уже успешно функционирует в Западной Европе. Позднее она стала применяться в ряде стран Юго-Восточной Азии, а с конца прошлого года (несмотря на возникавшие задержки и сопротивление) и в США. Для ее внедрения в сети устанавливают мощный узел обработки входящих вызовов с интегрированной базой данных — регистр местонахождения портативных номеров NPLR (Number Portability Location Register). Входящий вызов или обрабатывается собственной сетью, или перенаправляется к конкуренту, в зависимости от информации, хранящейся в регистре.

Темы определения местоположения абонента Location Management и группового вызова, характерного для систем профессиональной радиосвязи, также нашли отражения в последних версиях стандарта. Следует заметить, что групповой вызов продвигался компанией Эрикссон еще на ранних стадиях развития GSM в решении GSM Pro. Спецификациями предусматриваются функциональные блоки и алгоритмы обмена между ними для внедрения на сетях GSM. Дело остается лишь за внедрением.

При определении местоположения абонента предусматривается ряд функциональных устройств для выполнения управления доступом к процедурам и услугам, а также непосредственно выполнению измерений. В основе метода лежит измерение времени задержки сигнала абонента до базовых станций. Учитывая высокую плотность инфраструктуры сетей GSM, в современном мегаполисе точность метода может достигать 300 м.

По острию лезвия

Задумываясь об эволюционном пути развития стандарта GSM, в конце 90-х одним из рабочих комитетов разработчиков был предложен новый радиоинтерфейс улучшенной передачи данных EDGE (Enhanced Data for Global Evolution). Позднее для обеспечения совместимости GSM и американского TDMA (IS-136) работы стали вестись совместно европейским институтом ETSI и американским консорциумом производителей и операторов UWCC.

EDGE позволяет увеличить скорость передачи данных для радиоинтерфейса GSM до 384 кбит/с. При этом для поддерживаемой стандартом усовершенствованной службы пакетной радиопередачи EGPRS (Enhanced GPRS) максимальная скорость передачи на канал составит 69,2 кбит/с, а число схем кодирования PCS (Packet Coding Scheme) достигнет шести. Стандартом предусматривается использование восьмипозиционной фазовой манипуляции 8PSK с сохранением традиционной GMSK. Одна из возможностей стандарта, предусмотренная его эволюционностью от GSM, — автоматическое распознавание типа модуляции в радиоканале.

Несмотря на преемственность, скорость разработки, а особенно практического внедрения технологии, сильно отстает от новых стандартов сотовой связи третьего поколения 3G, уже признанных подавляющим большинством операторов в качестве перспективного пути развития. В то же время стоит признать, что для модификации существующих сетей GSM и TDMA такой путь развития существенно дешевле, чем начало развертывания новых сетей.

Отложенная революция

Состоявшийся более трех лет назад запуск в коммерческую эксплуатацию сетей сотовой связи третьего поколения 3G на основе стандарта UMTS, разработанного ETSI в продолжении линии GSM, не принес глобальной мировой революции в области подвижной связи. Запущенные почти одновременно с ним сети CDMA2000 на основе технологий американского Qualcomm сразу внесли некоторый диссонанс в первоначальную идею единого глобального стандарта. А крах проектов, основанных на низко- и среднеорбитальных спутниках, окончательно похоронили ее. (Очевидно, еще только лет через двадцать можно будет передвигаться по земному шару с аппаратом не больше пачки сигарет, позволяющим позвонить и с вершины Гималаев, и из Антарктиды.)

Опуская технические подробности сотовых сетей третьего поколения 3G, для которых может потребоваться еще не одна статья, отметим, что идея мобильного Интернета, активно продвигавшаяся на этапе высокотехнологического бума конца 90-х годов прошлого столетия, так и не нашла до сих пор воплощения из-за отсутствия абонентских терминалов и неготовности постоянно разрабатываемой технологии. Но не стоит думать, что разработки стоят на месте, и надо подождать еще лет пять, пока все будет "тик-так". Современные скорости развития намного опережают своих предшественников. Если известных версий стандарта GSM за десятилетие его существования было всего три, то теперь новые версии UMTS появляются даже не раз в год, а раз в квартал. Уже есть видеотелефоны, скорость передачи данных уже достигает пары сотен кбит/с, срок службы аккумуляторов в рабочем режиме постоянно растет — последним штрихом остается решение проблемы визуального отображения информации на небольших экранах телефонов.

В отличие от систем связи второго поколения, не принесших ничего революционного в саму идею связи, каждый из инженерных аспектов новых сетей является загадкой. Принципы управления, протоколы сигнализации, услуги, инфраструктура — все это известно лишь паре сотен разработчиков, подобно декабристам, "страшно далеким" от народа. Именно поэтому развитие стандарта с учетом сложности может занять несколько лет.

В России лицензии на сотовую связь третьего поколения до сих пор не выданы, а только обещаются в 1-й половине текущего года. Исключением может стать лишь адаптированный для местных условий вариант технологии CDMA2000 для диапазона 450 МГц. С оглядкой на нашумевшие западноевропейские аукционы, отечественные регулирующие органы выбрали осторожный подход к вопросу внедрения этой технологии. Очевидно, лицензии UMTS будут выданы уже существующим операторам, исключив какие-нибудь революционные нововведения в виде нового игрока, заинтересованного в скорейшем внедрении стандарта и его интеграции в общемировое телекоммуникационное пространство будущего. А с учетом текущего бума GSM в масштабах страны, настоящий мобильный Интернет наш пользователь получит от отечественных операторов не скоро.

Редактор — А. Мирющенко, рисунок — автора